

SN-0378-0961



AÑO CIII N° 27

BOLETIN

MINERO

ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA, AGOSTO 1988

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA
CENTRO DE DOCUMENTACION



SEMINARIO INTERNACIONAL DE LA
MINERIA NO METALICA EN CHILE
(2º PARTE)

Somos la solución más cercana y económica para un abastecimiento ágil y dinámico de todo lo que su faena minera requiere.

- Explosivos y accesorios para la tronadura.
Anfo, Aquageles y Dinamitas.
Cordones detonantes y respectivos conectores de retardo.
Detonadores corrientes N° 8.
Detonadores eléctricos de explosivos Rio Tinto, España-
(Instantánea y retardo).
Detonadores no eléctricos (Noneles)
Mecha lenta impermeable.
- Bolas de Molienda ARMCO.
- Reactivos químicos DOW-CYANAMID-SHELL.
- Cianuro de sodio DUPONT, Carbón activado.
- Neumáticos gigantes y toda la línea GOOD YEAR.
- Lubricantes Shell.
- Zinc en polvo, Mercurio metálico.
- Línea completa SOQUIMICH, MADECO y FAMA E.
- Stock permanente en Zona Franca, 20 sucursales y 15 polvorines.

Sucursales en:

- ARICA • IQUIQUE • ZONA FRANCA IQUIQUE
- TOCOPILLA • ANTOFAGASTA • TALTAL
- EL SALADO • DIEGO DE ALMAGRO • COPIAPO
- TIERRA AMARILLA • VALLENAR • COQUIMBO
- ANDACOLLO • OVALLE • ILLAPEL
- CABILDO • SANTIAGO

ASESORIA TECNICA PERMANENTE



Seriedad desde 1941

SOC. ABASTECEDORA
DE LA MINERIA LTDA.

Avda. L. B. O'Higgins 969
5° piso. - Santiago.
Fonos: 6966727 - 6966619
6966478 - 6984422.



MAQUINARIAS:

- Chancadores de mandíbula.
- Molino de bola.
- Compresores CompAir Holman 175 ft³/min.
- Dumper marca Humsa, carga útil 1500 Kg.
- Grupos electrógenos.
- Motores bencineros, petroleros y eléctricos.
- Perforadoras CompAir Holman.
- Winches.
- Barrenas de perforación.

EDITORIAL

DIA DEL MINERO

El 10 de agosto del año 258, Valeriano, emperador de Roma, ordenó fuese quemado vivo en una parrilla, Lorenzo, asistente del Papa Sixto II. En su calidad de diácono, era custodio del tesoro de la Iglesia, consistente en cálices y candelabros de plata y oro.

Lorenzo, presionado por uno de los prefectos de Valeriano, para que le entregara dichos tesoros, negóse a ello, siendo sacrificado por su pertinaz posición.

En el sitio donde está sepultado se levantó la Iglesia de San Lorenzo Extramuros y Felipe II, rey de España, —para honrar al santo— hizo darle la forma de una parrilla al monasterio del palacio El Escorial.

La tradición española determinó investirlo Santo de los Mineros, en mérito de haber defendido con su vida el oro de la Iglesia que se le entregó en custodia.

Su presencia secular nos obliga a silenciar trapiches y perforadoras; picos y palas, para hacer un alto en nuestras esforzadas labores y recordar con veneración a aquellos como Ossa, Urmeneta, Almeida, el Chango López, Latrille y tantos otros que nos transformaron en herederos de su sacrificio, de su visión y de su porfiado tesón y, por ende, en custodias de esta maravillosa heredad que el Hacedor depositó en esta generosa tierra, para bienestar de Chile y sus generaciones.

Las manos encallecidas de nuestros mineros son sinónimo de corazón templado para tronar el explosivo que tritura y demuele montañas, que permiten extraer de sus entrañas generosas vetas, que le permiten poseer un digno hogar y estar orgullosos de sus hijos en una respetada nación.

Esta dignificación del hogar, el sentirse orgullosos de sus hijos y ser primeros entre los mejores, como productores de minerales, nos exige superarnos aún más en nuestros propósitos.

Las numerosas y positivas inversiones extranjeras vertidas sobre nuestras pampas y montañas nos obligan con

nuestra familia, con nuestros compatriotas y con el país todo a esforzarnos a extraer, con verdadero ímpetu minero como los aguerridos del Atacama, todas las nuevas posibilidades que ahora nos brinda nuestro suelo, como los numerosos y poco conocidos minerales no metálicos.

Esta nueva e insospechada posibilidad económica que debe considerarse como una empresa y no como una aventura improvisada, debe también apoyarse en nuevas tecnologías y transformarse en un importante y nuevo norte para nuestros mineros.

La colaboración mutua, la estrecha y sana amistad, la unidad de pensamiento y de acción y cohesionado a una buena administración de recursos humanos, económicos, materiales y otros, son factores fundamentales que redundarán en los beneficios pretendidos y ampliamente merecidos.

La importancia que reviste el reciente Seminario de Minerales no-Metálicos realizado en nuestra capital, abre un importantísimo y casi desconocido abanico de enormes e insospechadas posibilidades que no debemos dejarlas para mañana, sino aprovecharlas ahora.

No debemos tampoco abandonar nuestros minerales tradicionales, para ellos también existen nuevas y renovadas tecnologías que, a medida de nuestras posibilidades, iremos proporcionándola a nuestros lectores.

El país está consciente del imperativo de producir más y más minerales y, en consecuencia, un mayor retorno de divisas, pero también el país está consciente que cuenta con el tesón y la eficiencia de un numeroso grupo de anónimas personas, de temple acerado, esforzadas y dignas del mayor de los sacrificios, pero extremadamente generosas en su aporte a la nación.

Este excepcional grupo de hombres está formado por los mineros chilenos, a quienes saludamos en el mes de su Santo Patrono.

BOLETIN MINERO

Organo Oficial de la
Sociedad Nacional de Minería
Fundado el 15-XII-1883

DIRECTORIO SONAMI**Presidente**

Guillermo Valenzuela Figari

Primer Vicepresidente

Jorge Muxi Ballsels

Segundo Vicepresidente

Oscar Rojas Garín

Secretario General

Julio Ascuí Latorre

Representante Legal

Guillermo Valenzuela Figari

Director Responsable

Alfredo Ovalle Rodríguez

Director Ejecutivo

Orazio Andriola Williams

Editores

Sociedad Nacional de Minería

Comité Editor

Gustavo Cubillos López
Eugenio Lanas Troncoso
Carlos Rodríguez Quiroz
Humberto Díaz Contreras

Colaboradores

Carlos Palacios M.
Juan Zuleta Mondaca

Arte y Diseño

Fernando Landauro Lizana

Agente de Publicidad

Soledad Lagos Herrera
Marcela Leñero Gutiérrez

Centro de Documentación

Clara Castro Gallo

Fotografía

Archivo SONAMI

SONAMI

Teatinos 20 - Of. 33 - 39
Tels. 6981696 - 6981652

Todos los derechos de la propiedad intelectual quedan reservados. Las informaciones de la revista podrán reproducirse siempre que se cite su origen.

ISSN - 0378 - 0961

AÑO CIII - N° 27 AGOSTO 1988

Impresión

OGRAMA

Composición IBM

Juan Meza Ortega
A. Prat 252 Of. 208
Teléfono 380851

CONSTITUIDO GRUPO DE TRABAJO "RECURSOS NO-METALICOS" EN SONAMI

Ante el gran éxito alcanzado por el Seminario Internacional de Minería No-Metálica realizado en Santiago y organizado por SONAMI, quedó constituido recientemente el Grupo de Trabajo de "Recursos No-Metálicos" con el propósito de efectuar estudios relacionados a destacar la importancia que tiene para la economía del país y el desarrollo social de sus habitantes, la exploración y explotación de recursos de la minería no-metálica del país.

En otro ámbito, el Grupo de Trabajo tendrá como misión investigar nuevas tecnologías y nuevos mercados y obtener recursos para futuras explotaciones, esperando aumentar con estas nuevas fuentes de trabajo, un interesante retorno de

divisas al país, proporcionando un aumento en la mano de obra.

Dirigió esta importante reunión el presidente de SONAMI, Guillermo Valenzuela Figari, asistiendo también Alfredo Ovalle R. y Carlos Rodríguez Q., Gerente y Jefe del Departamento de Estudios de SONAMI, respectivamente.

El grupo de Trabajo de "Recursos No-Metálicos" quedó constituido por Humberto Díaz Contreras, Gerente del Área Minera del Banco Concepción, como Presidente y Carlos Rodríguez como Secretario Ejecutivo.

Forman parte del Grupo de Trabajo los señores Leonardo Kosk, de Química e Ind. Bórax; Pedro Pavlovic Z., de la Gerencia de Desarrollo de Corfo; Sergio

Gallegos, de Refractarios Chilenos S.A.; Jorge Bellet P., de Sociedad Minera Cón-dor; Carlos Theune H., de EPROM Ltda.; Luis Villablanca, de la Compañía Romeral Ltda.; Cosme Alfaro M., de ENACAR S.A.; Luis Guarachi, de INTEC-CHILE y Aníbal Gajardo, del Departamento de Geología de la Universidad de Chile.

Dada la importancia que reviste e desarrollo y explotación de estos importantes recursos, SONAMI invita a participar en estas reuniones a ejecutivos de empresas y profesionales para aumentar el caudal de información ya reunido y, en forma permanente, tratar todo tema de interés común al gremio.

PORTADA



FOTO GENTILEZA SOQUIMICH

Sumario

La Industria Salitrera y sus Perspectivas

Por: Eduardo Bobenrieth Giglio

Pág. 3

Acción de Corfo en el desarrollo de los Salares en el N. de Chile

Por: Pedro Pavlovic Zuvic, Ingeniero Químico, Jefe Área Química y Minera Gerencia de Desarrollo - CORFO

Pág. 14

Minerales Industriales

Por: G.M. Clarke, Gran Bretaña

Pág. 25

Minerales Industriales, Su Futuro Potencial

Por: Prof. Haydn H. Murray, Departamento de Geología Universidad Indiana, Bloomington

Pág. 37

La Industria no metálica de Brasil y el comercio Bilateral con Chile

Por: Decio Sandoli Casadei, Asesor Presidencia de la Cía. Brasileira de Mineracao, Brasil

Pág. 42

Geología, Génesis y distribución geográfica de Recursos no metálicos de Chile

Por: Aníbal Gajardo Cubillos, Académico del Dpto. de Geología de la Universidad de Chile

Pág. 50

Estadísticas de Producción y Exportación de la minería No-metálica en Chile.

Por: Prochile

Pág. 60

Centro de Documentación Sonami

Pág. 63

Eventos

Pág. 64



"Del desierto hacia la industria y la agricultura, con eficacia, calidad y futuro".

LA INDUSTRIA SALITRERA Y SUS PERSPECTIVAS

Por: Eduardo Bobenrieth Giglio
Soquimich

Para tratar sobre la industria salitrera y sus perspectivas, es necesario referirse a algunos hitos de la historia del salitre que dicen relación precisamente con el futuro de esta actividad. En el pasado, se presentaron algunos hechos que han dejado enseñanzas que todavía hoy día pueden ser utilizados, en cuanto a qué hacer o no hacer frente a ciertas circunstancias.

HECHOS HISTORICOS

El salitre se empezó a utilizar como fertilizante en Tarapacá, en el Norte de Chile, por indígenas atacameños y se supone que ellos recogían el mineral de las pampas del norte, lo limpiaban simplemente raspándolo y después lo metían en una bolsa y lo adosaban a los canales de regadío. En esta forma las sales solubles salían y fertilizaban los cultivos. Si bien es cierto que no existe evidencia histórica, hay algunos historiadores que afirman que ese fue el primer uso que se le dio al salitre, es decir, el salitre parte siendo utilizado como fertilizante para la agricultura. Sin embargo, éste es un conocimiento que se perdió en el tiempo y que no fue transmitido.

El nitrato de sodio o salitre se empezó a utilizar posteriormente para la fabricación, primero, de fuegos artificiales, agregándolo a carbón y azufre, como un oxidante fuerte, que luego se transformaron en fuegos de guerra, vale decir, mezclas incendiarias. Y finalmente al inventarse la pólvora, el salitre pasa a tener una importancia fundamental en la industria guerrera.

Aquí parte el primer hito en la historia del salitre. En 1809 ya se sabía en Perú sobre la existencia de yacimientos de nitrato en la zona sur del país. Se trataba de yacimientos que los españoles habían conocido y que eran trabajados por los indígenas para producir pólvora, especialmente para la explotación de las minas de plata que tenían los conquistadores en ese sector. Sin embargo, al instalarse la planta de pólvora de Lima, algunos industria-

“Chile produce el 80% del Nitrato de Sodio que se produce en el mundo”.

les peruanos se interesaron en esos yacimientos pensando producir pólvora, pero en la pólvora de guerra que utiliza nitrato de potasio y no nitrato de sodio, por problemas de la capacidad de retención de agua. Debido a esto, consultan a Tadeo Hanke, considerado como el padre del salitre, quien les indica un procedimiento para transformar este nitrato de sodio en nitrato de potasio. Por lo tanto, la industria salitrera como industria propiamente tal, se inicia con la producción de nitrato de sodio y su posterior transformación en nitrato de potasio, para venderlo para la fabricación de pólvora. Esa debe haber sido probablemente una de las primeras instalaciones industriales para el procesamiento del caliche y la obtención de nitrato de sodio.

El segundo hito en la historia del salitre es la primera crisis salitrera. Se supone que las crisis salitreras empezaron a suceder después del año 1930, pero en realidad éstas se presentaron mucho antes y ya en 1820 aparece la primera de estas crisis. En efecto los industriales salitreros del Perú empiezan a tener problemas cuando terminan las guerras de la independencia y también se terminan las guerras europeas con el Congreso de Viena en 1815. Esto hace que la demanda por salitre para la producción de pólvora baje y empiezan a cerrar las primeras oficinas que en aquel tiempo eran las oficinas de parada,

las cuales tenían un método bastante rudimentario para producir nitrato. En 1840 un naturalista alemán, Justus Liebig, hace la primera comprobación científica y práctica de las bondades agronómicas del salitre, es decir, hay un nuevo cambio en la orientación del uso de este producto y otra vez empieza el salitre a tener demanda importante en la medida en que este conocimiento científico y práctico se empieza a extender y a tener comprobaciones en el terreno. En el año 1853 se presenta un trabajo en la Real Academia de Ciencias de Inglaterra en el que ya aparece el salitre utilizado en una granja experimental para mostrar sus calidades agronómicas.

También en 1840 dos científicos americanos descubren la existencia de yodo en el caliche. La importancia de este hecho histórico es que se empieza a descubrir, y hasta el día de hoy se está descubriendo, la existencia de nuevos elementos en este mineral altamente complejo, en el cual existen prácticamente todos los elementos de la corteza terrestre. Se empieza a descubrir que no solamente existe nitrato en el caliche, sino que hay otros elementos aprovechables.

En 1853, Pedro Gamboni, que era un chileno descendiente de italiano, introduce el uso del vapor directo, alimentando directamente al recipiente que se utilizaba para lixiviar caliche. Este hecho histórico es importante porque muestra cómo la industria del salitre ha estado permanentemente ligada al desarrollo tecnológico en general. En aquella época el uso del vapor era utilizado en las máquinas y llega a la industria salitrera. El avance de la tecnología proporcionó inventos que no habían sido desarrollados específicamente para la industria salitrera sino que aplicaciones de tecnologías que se habían inventado para otras cosas.

En 1870 se produce otro hecho de importancia al inventarse un método para sintetizar el nitrógeno del aire. En aquel entonces, el producto que se obtiene es sulfato de amonio, al cual se le llamó salitre artificial. Posteriormente, aprove-

chando el nitrógeno del aire, se desarrollaron otros tipos de fertilizantes, en base a amoníaco. Este hecho histórico muestra también que tal como en la primera crisis salitrera, se produce una baja en la demanda del salitre, debido a que los sustitutos juegan un papel importante en el control del mercado de este producto.

En 1873 se produce el estanco del salitre en el Perú. El guano había sido en dicho país desde bastante temprano, aproximadamente 1840, una importante fuente de riqueza y cuando aparece el salitre y se descubren sus cualidades agronómicas y se empieza a utilizar como abono, se produce una competencia de éste con el guano. En el Perú no existía una legislación que fuera pareja para todos los yacimientos mineros, y en la medida en que se iban haciendo descubrimientos, se iba haciendo legislación ad-hoc para tratar uno u otro material. Las guaneras se explotaban con concesiones paga-

das, entregadas a industriales, y en el caso del salitre, las concesiones mineras se entregaban sin ningún pago. Esta situación produjo problemas cuando empezaron a competir el salitre y el guano, por el alegato de quienes estaban produciendo guano y pagando impuestos contra los que producían salitre y no pagaban. Finalmente, se produjo una gran discusión en términos si era preferible hacer un estanco del salitre, es decir, reservar para el Estado las compras y ventas de salitre, crear un impuesto al salitre y en este último caso qué tipo de impuesto se debía poner. En definitiva, había indecisión de parte del Gobierno peruano, que tenía que considerar muchos intereses entremedio. En efecto, había una firma europea que le prestaba dinero al Gobierno del Perú a cambio de concesiones de guano; habían norteamericanos que construían ferrocarriles en el Perú y esta construcción no podía paralizarse

porque daba empleo a 20 mil trabajadores en ella; en fin había toda una cadena de intereses que hacía muy complicado tomar resoluciones. En medio de esta situación, el Gobierno peruano decidió expropiar las salitreras y producir un estanco definitivo del salitre, lo cual restringe la oferta y hace subir algo los precios, mejorando la situación de la industria. Por otro lado, esta subida de precios incentiva la búsqueda de otros yacimientos de nitrato y aparece entonces una importante competencia del salitre en Antofagasta. Esto se caracteriza como una crisis administrativa del salitre, porque empiezan a haber muchísimos arreglos. Así, cuando el Gobierno peruano expropiaba las salitreras, hubo gente que armó salitreras solamente para venderlas al Estado, creándose una situación bastante caótica. Finalmente viene la Guerra del Pacífico, en que Chile toma los terrenos correspondientes a las provincias de Tarapacá y Antofagasta, declarando



K KÜPFER^{MR}

Productos para la minería y la industria

MAS DE MEDIO SIGLO AL SERVICIO DE LA MINERIA CHILENA Y DE LOS PRINCIPALES SECTORES DE LA ACTIVIDAD NACIONAL, CONFIRMAN NUESTRA ESPECIALIDAD EN ACEROS Y ARTICULOS PARA LA MINERIA.

CONTAMOS CON PLANTA DE FORJA, TRATAMIENTOS TERMICOS, TREFILACION Y ASESORIA TECNICA.

- ACEROS ESPECIALES
- HERRAMIENTAS DE CORTE
- CABLES DE ACERO
- ELECTRODOS ESPECIALES
- SEGURIDAD INDUSTRIAL
- ESTROBOS Y ACCESORIOS.

SANTIAGO: Libertad N° 58
Fonos: 98821 - 98822
Télex: 240497

SUCURSALES: Iquique - Antofagasta - Copiapó - La Serena - Valparaíso - Concepción - Punta Arenas.

la libre competencia en el salitre. De esta manera, deja de existir el estanco del Estado y la propiedad estatal, y se devuelven las salitreras a los tenedores de los bonos que había entregado el Estado peruano al expropiarlas.

En 1884 empiezan nuevamente los problemas debido a que la industria salitrera vuelve a adquirir un tamaño que era incompatible con el tamaño del mercado. Este hecho histórico muestra nuevamente el problema de los excesos de producción. Frente a esta situación se produce la primera asociación salitrera entre los productores para ponerse de acuerdo respecto a la cantidad de salitre que iban a colocar en el mercado y además tomar acciones conjuntas en términos de desarrollar el uso del producto.

En el año 1913 interviene nuevamente el Estado, esta vez el Estado chileno, o sea el Estado que había decidido que era mejor que existiera la libertad de competencia en la industria salitrera. Dado que el Gobierno empieza a percibir impuestos por el salitre, cuando las utilidades empiezan a mermar por la baja de los precios, éste decide que es mejor centralizar las compras y actuar como un monopolio a nivel mundial. Nuevamente las reglas no están claras, son reglas discriminatorias, y viene un mejoramiento obviamente, por la restricción de la oferta. Pero este mejoramiento se debe fundamentalmente a la Primera Guerra Mundial, y luego que la guerra termina, hay nuevamente un excedente de nitrato. Es importante señalar que durante esta guerra, Alemania quedó restringida del uso del nitrato chileno por razones de alianza política, por lo tanto durante este período se desarrolla fuertemente la industria del salitre artificial, como se llamaba en aquella época a los fertilizantes amoniacales en Alemania. Cuando termina la guerra, este país le pone un impuesto muy alto al salitre para terminar y consolidar su industria de sulfato de amonio y de amoniaco. Nuevamente se puede apreciar que la mezcla de cuestiones políticas con las cuestiones econó-



Fertilizantes al mercado mundial.

micas generalmente producen efectos negativos.

En la época de 1925 a 1930 se produce en el mundo un repunte económico bastante fuerte, que también significa un repunte para la industria salitrera. Sin embargo, en el año 1930 sobreviene la crisis por todos conocida, época en que estaba partiendo la planta Pedro de Valdivia y, a los seis meses de estar funcionando, tuvo que detener sus operaciones porque no podía vender el producto.

Esta es una breve síntesis de

hechos históricos que van a tener relación con el futuro de esta industria.

MITOS

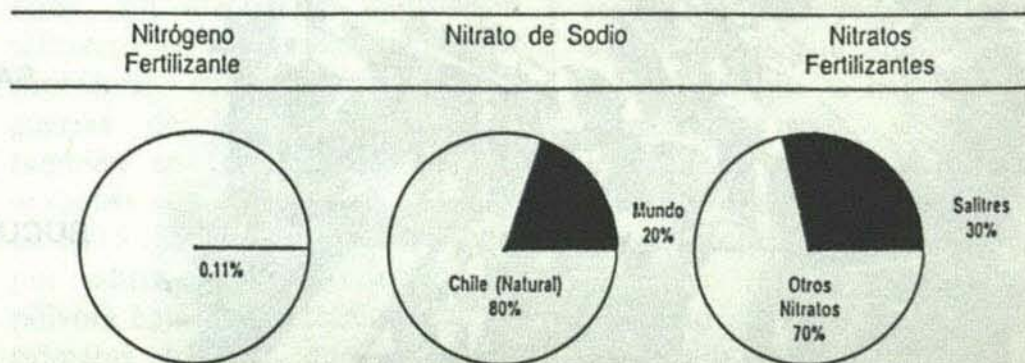
El segundo punto importante que conviene mencionar se refiere a algunos mitos que han existido en torno a la industria salitrera.

El primero es el tamaño de esta industria. Los chilenos suponen que el salitre es un fertilizante que tiene alguna importancia en términos de volumen en los mercados mundiales, mientras que en la realidad, el salitre que se consume como fertilizante es sólo un 0,11% del nitrógeno que se consume en el mundo por este concepto (cuadro 1). Es evidente que la industria salitrera aunque hubiese sido capaz de bajar sus costos significativamente no habría sido capaz de entregar la cantidad de nitrógeno que el mundo requeriría consumir posteriormente, con los aumentos de población. Desde otro punto de vista, si el salitre desapareciera como fertilizante no alcanzaría a notarse en términos de producción agrícola masiva. Si se pretendiera fertilizar los campos del mundo con el nitrógeno de las reservas conocidas de caliche, es decir de los yacimientos que hoy se conocen, este nitrógeno duraría aproximadamente entre dos y tres meses.

Chile produce un 80% del nitrato de sodio que se produce en el mundo como tal, siendo éste un porcentaje de importancia que influye en la forma en que se debe manejar este mercado. En cuanto a nitratos fertilizantes, el salitre tiene

CUADRO 1

PARTICIPACION DEL SALITRE EN EL MERCADO MUNDIAL DE FERTILIZANTES NITROGENADOS, DEL NITRATO DE SODIO Y DE LOS NITRATOS FERTILIZANTES.



un 30% de participación en este mercado. Los nitratos son fertilizantes de especialidad que se utilizan para algunos cultivos y que no compiten con los fertilizantes masivos, sino que con otros fertilizantes que tienen características similares. El 30% de participación del salitre en el mercado de los nitratos indica cuál es el tamaño que efectivamente tiene la industria salitrera en el mercado de los fertilizantes nitrogenados de especialidad.

La razón para que eso así ocurra es el precio que tiene el salitre, el cual es un fertilizante muy caro en relación a los fertilizantes masivos (cuadro 2). Así, en una comparación entre distintos tipos de fertilizantes nitrogenados en Estados Unidos, se indica que si la urea tiene un precio, por ejemplo equivalente a 1, el salitre tiene un precio equivalente a 3,8 por unidad de nitrógenos, siendo un fertilizante de muy alto valor y por lo tanto se utiliza exclusivamente en algunos cultivos y ocasiones especiales, porque realmente no es rentable utilizarlo a ese nivel de precios, para una fertilización masiva. En Chile, a diferencia de lo que ocurre en los mercados más lejanos, el salitre tiene un precio relativamente más bajo, manteniendo con la urea una relación de 1,3 a 1,5. Por lo tanto, se usa en forma mucho más masiva, y eso hace que se tenga la imagen en Chile que el salitre tiene más importancia que la que realmente tiene en el resto del mundo.

Otros de los mitos se refiere a la existencia del salitre sintético. Efectivamente, el salitre sintético existe y compete con el salitre. Sin embargo, lo que se llamó salitre

sintético fueron el sulfato de amonio y otros fertilizantes basados en amoniaco, los que finalmente fueron responsables de las crisis salitreras.

Hoy día existen muchos fertilizantes sintéticos y entre ellos el salitre sintético propiamente tal, es decir, nitrato de sodio hecho en forma sintética, pero su costo de fabricación es bastante más alto que el salitre.

También hay una especie de mito en el hecho de que por ser el salitre un fertilizante natural tendría alguna preferencia en los países desarrollados, en los cuales se habría producido un agotamiento de los suelos. La verdad es que los agricultores cuando deciden con qué fertilizar están normalmente observando una relación costo-beneficio, es decir, usan su calculadora para ver qué fertilizante es el que les conviene y el hecho de ser el salitre un fertilizante natural no se considera en sus cálculos. El salitre, a pesar de ser un fertilizante caro, se utiliza en el mundo fundamentalmente porque tiene ventajas agronómicas para algunos cultivos, algunos suelos y en algunas oportunidades.

REALIDADES

Anteriormente se han considerado las cosas que no son ciertas en la industria salitrera; a continuación se tratará sobre las que lo son.

La industria salitrera es una industria que extrae y procesa caliche obteniendo productos económicamente viables, los cuales comercializa, todo ello aprovechando instalaciones existentes. Si se quiere caracterizar a la industria

salitrera de hoy, hay que considerar precisamente los elementos antes indicados, o sea, la existencia de un mineral involucrado en ella, un mineral muy característico que es el caliche, por lo tanto los yacimientos de caliche constituyen una de sus características. La extracción y procesamiento de este caliche y el conocimiento o know-how que está adherido a estas acciones, es otra de sus características. La comercialización de los productos obtenidos, es decir, un posesionamiento en mercados específicos, y por último, las instalaciones necesarias para realizar todo este proceso también son características de la industria salitrera.

A continuación se hará una breve revisión de estos cuatro elementos que constituyen la esencia de la industria salitrera.

Los yacimientos de nitrato y sales análogas, yacimientos de caliche, son en definitiva concentraciones anómalas de sales solubles en agua, económicamente explotables, que contienen, mayoritariamente nitrato de sodio, cloruro de sodio y sulfato de calcio, y como ganga tienen elementos formadores, básicamente roca volcánica, arcilla, feldespato, etc. Secundariamente, contienen en menor proporción combinaciones de cloruros, sulfatos, nitratos, yodatos, cromatos, percloratos y boratos, combinados de una u otra forma, con sodio, calcio, magnesio y potasio. Además, contiene trazas de prácticamente todos los elementos existentes. Los productos que actualmente produce y comercializa la industria salitrera son nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato sódico-potásico, que es una combinación de ambos, yodo elemental y sulfato de sodio.

La ubicación geográfica de los yacimientos de nitrato está en el norte de Chile, en una zanja que va desde Pisagua por el norte, bajando hacia el sur y terminando en la zona de Taltal. En el sentido este-oeste, los yacimientos de nitrato están adosados a la cordillera de la Costa y se extienden por la depresión central.

En términos económicos, en la actualidad existe solamente un tipo

Cuadro 2

Relación de precio, por unidad de nitrógeno, del salitre y otros fertilizantes nitrogenados en el mercado de Estados Unidos

Producto	¢ US\$/lbN		
	1982	1987	R
Salitre sódico	60,3	53,1	3,8
Nitrato de amonio	29,1	21,6	1,5
Urea	26,1	14,1	1
Solución nitrogenada	24,3	19,5	1,4

importante de yacimientos de nitrato, que corresponde a los yacimientos coluviales. En estos yacimientos existen rocas que están unidas unas con otras por una masa formada por sales, que son las de interés económico.

El segundo tipo de yacimiento y que hoy en día no tiene relevancia económica, pero que sí la tuvo en el pasado, son los yacimientos de vetas, es decir, vetas relativamente grandes que fueron rellenadas con sales. Estos yacimientos de vetas fueron importantes, incluso se hizo minería subterránea para extraer caliche probablemente de muy alta ley que alimentaban a las antiguas instalaciones de parada.

Volviendo a los yacimientos coluviales, se puede distinguir en ellos básicamente cuatro estratas, una que es una estrata blanda, formada fundamentalmente por polvo, que se denomina chuca; una segunda capa que se llama panqueque o costra, normalmente formada por sulfatos y arcillas; la tercera capa es el caliche propiamente tal, que es el mineral, y debajo de éste, ya sea un sector aluvial que no está mineralizado o simplemente la roca virgen que no ha sido meteorizada.

La génesis de los yacimientos de caliche es un tema de geología bastante discutido y que hasta el día de hoy, aparentemente, no tiene una respuesta clara y precisa.

El Dr. Eriksen, geólogo norteamericano, que ha estado estudiando este tema durante muchos años, decía que para los especialistas sería más fácil demostrar, si no existieran los yacimientos de caliche, que es imposible que estos yacimientos se formaran, porque el contenido de sales solubles que tienen, evidentemente haría pensar que sería muy difícil que se mantuvieran en el tiempo. El Dr. Eriksen también afirma que cuando recién llegó a trabajar a los yacimientos de nitrato, después de tres o cuatro años estudiando el fenómeno de formación de caliche, sabía exactamente cuál era el origen de estos yacimientos, pero que hoy día después de alrededor de 40 años estudiándolos, no tiene la menor idea de dónde



Embarque de Salitre en el puerto de Tocopilla.

provienen. Pero sí hay algunas cosas que sabemos. Por ejemplo, la actividad volcánica que se desarrolló en la zona norte de Chile, muy cerca de estos yacimientos, fue muy importante y que elementos que están contenidos en el caliche se encuentran en actividades volcánicas. Estos elementos perfectamente se pudieron haber producido por actividad volcánica y posteriormente pudieron haber sido arrastrados hacia la depresión central que actuó como un verdadero basurero de todos estos materiales volcánicos. Ayudaron probablemente a entregar materiales, aportes a este basurero, la actividad de vegetales y de microorganismos que se debe haber producido en lagunas interiores en la depresión central y que probablemente fijó nitrógeno del aire. Por otra parte, también puede haber sido importante el "spray" marino, que como se sabe, contiene cantidades anómalas de yodo, es decir cantidades más altas de yodo que el agua de mar, y que pudo haber sido arrastrado y depositado por la camanchaca. Como concentradores de estos minerales actuó obviamente el agua, ya que se trata de yacimientos de sales solubles, por lo tanto el agua fue el agente que extrajo los elementos solubles y los depositó en la zona que hoy día tienen los yacimientos. Obviamente la geomorfología, con la existencia de las mencionadas depresión cen-

tral y Cordillera de la Costa, tuvieron también un papel preponderante.

Por otra parte, está el clima de esta zona, uno de los más áridos del mundo. Al no haber precipitaciones o haber muy pocas, se hacía difícil que se disolvieran estas sales. Finalmente una de las capas de los yacimientos era de arcilla y sulfato de calcio, ambos materiales insolubles, que ayudaron a su preservación.

El segundo elemento de importancia en la industria salitrera son los procesos. Originalmente, los indígenas tuvieron sus procesos propios de elaboración, utilizando los elementos que dejaban los mineros en las explotaciones antiguas. Luego viene el método de parada, en que el caliche se lixiviaba en unos fondos calentados a fuego directo. Posteriormente aparecen el vapor directo, el uso de las máquinas a vapor y el sistema Shanks. Este último ya deja de utilizar el vapor directo, sino que el vapor se mete en unos serpentines para poder utilizarlo con mayor eficiencia. Finalmente, aparece en el año 1925 el sistema Guggenheim. Tanto el sistema Shanks como el Sistema Guggenheim, son todos sistemas que se habían utilizado antes en la industria, vale decir, no fueron sistemas que se desarrollaron en la industria del salitre, sino que se desarrollaron para hacer otros productos químicos y fueron adaptados al salitre. En efecto, uno de estos sistemas, el Guggenheim, se utilizaba en Chuquicamata para lixiviar los minerales de cobre. Posteriormente, se agrega a este sistema los pozos de evaporación solar. En una presentación esquemática del sistema Guggenheim habría una presentación esquemática del sistema Guggenheim habría que indicar que están primero los molinos que rompen el material a un tamaño de media pulgada más o menos, en seguida este material va a bateas de lixiviación de gran tamaño, luego el salitre lixiviado, es decir, las aguas contenedoras de nitrato, se cristalizan, y finalmente pasan a un proceso de granulación. Los finos

producidos por esta molienda no pueden ser introducidos al sistema de lixiviación, por lo tanto pasan a un tratamiento especial, que incluye lixiviación de los finos entre ellos, y luego se envían a botadero de donde se recupera un estruje para ser pasado por la planta de yodo. El material, una vez que se ha sacado el nitrato, se le extrae el yodo.

Lo importante de los procesos de la industria del salitre es que tienen características especiales en cuanto a los conocimientos implícitos que lleva consigo su tratamiento, tales como la fisicoquímica del comportamiento de las sales entre ellas, el comportamiento de las soluciones, la cristalización, los cambios de fase y otros aspectos relevantes.

En cuanto al yodo, éste se extrae por medio de una reacción química y el conocimiento implícito que tiene asociado es precisamente la química de un elemento en particular, un elemento que tiene entre sus características, ser halógeno, sublimarse y ser altamente corrosivo.

Las características especiales de los procesos de la industria del salitre constituyen un activo de la empresa. En el proceso futuro se está caminando hacia la lixiviación en pila, la evaporación solar y la extracción por solvente. Esto no es nada nuevo, pues se está utilizando tecnología que ha sido desarrollada para otros procesos, o para otros minerales. El proceso en María Elena incluye lixiviación, cristalización, plantas de yodo y se agregan los pozos de evaporación solar, que permiten una recuperación más alta, es decir, se obtiene un porcentaje mayor de nitrato del mineral.

Respecto a los mercados, hay que tener especial cuidado con los nitratos fertilizantes, que comprenden nitrato de sodio, nitrato de potasio y nitrato sódico-potásico, ya que tienen la característica de enfrentar relaciones precio-cantidad, es decir, las cantidades que se están produciendo son importantes dentro de la cantidad total de estos productos de especialidad que se lanzan al mercado.

Los cultivos en los cuales el salitre presenta más ventajas son el tabaco, remolacha, hortalizas, algodón, cítricos y parronales.

Los usos industriales del nitrato de sodio son básicamente como oxidante, dándosele también otros usos, por ejemplo, como descongelante, pero fundamentalmente es un portador de oxígeno, dadas las tres moléculas de oxígeno que contiene en fórmula. El nitrato de sodio refinado es un producto que recién la empresa empieza a producir para la industria de explosivos.

El yodo es un elemento al que se le da muchos usos, preferentemente como desinfectante, herbicida, medio de contraste para los rayos X, estabilizante de reacciones químicas, catalizador, prevención de bocio, y aditivo para alimento de animales, es decir para hacer funcionar mejor la glándula tiroide de los animales.

El sulfato de sodio se utiliza básicamente en plantas de celulosa y producción de detergente.

La importancia que tiene señalar la infraestructura dentro de la industria del salitre, es la gran inversión que existe hoy día en esta actividad. Se estima que el valor de reposición, vale decir, si se quisiera hacer de nuevo todo lo existente, las plantas María Elena, Pedro de Valdivia, Coya Sur, los ferrocarriles, el puerto mecanizado de Tocopilla, etc., se tendría que invertir alrededor de 500 millones de dólares. Si se considera que la empresa obtuvo en 1987 una utilidad de 35 millones de dólares, probablemente no justifique esta utilidad una inversión de esa cuantía. Por lo tanto, en el futuro solamente será posible crear nuevas infraestructuras siempre y cuando se logre reducir las inversiones en levantar nuevas plantas.

El nivel de ocupación de las plantas es prácticamente un ciento por ciento hoy día. Pedro de Valdivia está procesando del orden de los 12 millones de toneladas de mineral. María Elena procesa 6,5 millones de toneladas de mineral. El ferrocarril se está ocupando en más o menos un 25% de su capacidad instalada y el brazo mecanizado del puer-

to de Tocopilla en un 5 a 10% de su capacidad.

ORIGEN DE SOQUIMICH

SOQUIMICH fue formada el año 1968 por la unión de la compañía Anglo Lautaro y de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). CORFO participó con la oficina Victoria, la cual había adquirido anteriormente a la Compañía Salitrera de Tarapacá y Antofagasta (COSATAN), una antigua empresa salitrera. Posteriormente, en los años 1970-71 CORFO compra la Compañía Anglo Lautaro. Del año 1971 en adelante, SOQUIMICH es la única empresa salitrera procesando caliche en el norte de Chile.

En el año 1980, SOQUIMICH presenta pérdidas importantes y la estrategia que se empleó para evitar estas pérdidas fue cerrar las unidades de mayor contribución a estas pérdidas, no realizar proyectos de inversión y ahorrar en gastos varios, incluyendo, por ejemplo, viajes del personal de ventas.

En la primera etapa, en el año 1981, se tomaron dos medidas estratégicas, una fue realizar acciones inmediatas para obtener un resultado positivo, y la segunda hacer caja con activos prescindibles para poder entrar entonces en proyectos de inversión que cambiaran el aspecto de la empresa. En término de las acciones inmediatas, se efectuó una reducción de personal, especialmente en el área administrativa que estaba muy sobrecargada debido a que anteriormente, al irse cerrando oficinas, se iba quedando personal dentro de la empresa. Se cambió el sistema de extracción minera introduciendo el servicio de terceros.

Como no había posibilidad de hacer inversiones, se llamó a terceros para que invirtieran y de esta manera se hicieran los cambios, como fue el caso de la extracción minera. Se negociaron contratos existentes y se cambió la estructura de la representación en el extranjero, lo que significó el cierre de oficinas y reducción de personal. Se cambió el sistema de distribución de fertilizantes en Chile, que era un sistema

bastante anticuado, y las ventas se hicieron a través de distribuidores privados. Se hizo eficiente el cartel del yodo.

En la segunda etapa, del año 1982 a 1983, se creó una Gerencia Técnica de Desarrollo, en la empresa, dado que ya existían recursos disponibles para hacer inversiones y se empezaron a recoger todas las ideas que había en la empresa para transformarlas en proyectos de inversión que fueran altamente rentables. Se buscó una mejor eficiencia en los procesos productivos, mejorando los sistemas de extracción, eliminando una de las plantas de finos, mejorando el control de los procesos y la calidad de los productos, esto último de importancia en cuanto a los niveles de precios que se obtenían por los productos. Nuevamente se siguió reduciendo personal y se perfeccionaron los contratos de servicios. La producción y ventas se vincularon con una planificación a un año, ya que normalmente estas actividades no coincidían en la empresa, produciéndose problemas de abastecimiento o problemas de sobreproducción. Se introdujo una racionalización de la política de precios, lo que constituyó una medida de mucha importancia. Se desarrolló también el primer modelo de demanda en el mercado nacional.

En la tercera etapa, año 1984-85, se empiezan a ver resultados más concretos en la empresa. Se revisó todo el proceso productivo para ver qué cambios se podían realizar, eliminándose los cuellos de botella, lo que significó aumentos de producción, sin inversión significativa. Para atender este aumento de producción, se aumentó la dotación de 4.000 a 4.400 trabajadores. Los costos fijos al aumentar la producción obviamente se redujeron. Se perfeccionó nuevamente la representación extranjera y se desarrollaron mercados, determinándose mercados objetivos y diseñándose estrategias para ellos. Se estudió la posibilidad de producir productos nuevos y se diseñaron estrategias específicas para producto y mercado. Se materializaron proyectos de alta rentabilidad, 68 proyectos con inversiones relativamente bajas, 96

mil dólares promedio por proyecto, pero con un tiempo de recuperación de capital muy corto, 8 meses y 7 meses en los proyectos en ejecución. Se continuó con la reforma administrativa, creándose una filial en Brasil. Se inició el uso de los sistemas de información como base de datos y planificación de este desarrollo informático, y esos fueron finalmente los elementos fundamentales que cambiaron la faz económica de la industria salitrera. Estos cambios en los resultados económicos ha traído en cierta medida el interés de nuevo por el salitre, es decir, no ha habido realmente cambios estructurales en los mercados, sino básicamente en los resultados de la empresa.

SOQUIMICH HOY DIA

En el balance de la empresa al 31 de diciembre de 1987, se puede destacar el valor relativamente pequeño que tiene el activo fijo de 35 millones de dólares, cuando, como se indicaba anteriormente, las instalaciones tienen un costo de reposición de 500 millones de dólares. Se trata de instalaciones muy viejas que ya están totalmente depreciadas. El valor bolsa de la empresa es de 160 millones de dólares (es decir, como una y media vez aproximadamente el valor libro), es 100% privada y tiene 2.400 accionistas. Sus dueños son Asociaciones de Fondos de Pensiones (29%); trabajadores de SOQUIMICH (18%); bancos extranjeros (16%); Compañías de Seguros (6%); 6 accionistas grandes, con más de un

millón de acciones (10%), accionistas con más de 100 mil y menos de un millón (10%); y accionistas con 100 mil acciones o menos (11%). Como se puede apreciar, la propiedad de la empresa se encuentra muy repartida entre diferentes tipos de entidades y con muchos accionistas. (Cuadro 3).

La producción total de 1987, incluyendo todos los productos, fue de 840 mil toneladas, y se espera que esta cifra llegue a 950 mil toneladas en 1988 (Cuadro 4).

Hay un importante aumento en la dotación de personal, de 4.900 a 5.600, entre 1987 y 1988, debido a la introducción de la jornada continua, es decir, las plantas están trabajando actualmente los 365 días del año.

En los años 1987 y 1988 las ventas alcanzan a 154 millones de dólares y 218 millones de dólares estimados, respectivamente, y las utilidades son de 35,6 millones de dólares en 1987, y un estimado de 48 millones de dólares en 1988.

Llama la atención el importante aumento registrado en las ventas de yodo, de 49 a 63 millones de dólares. Asimismo, el nitrato de potasio que es un elemento nuevo que empezó a producirse el año 1987, aumenta sus ventas de 4,1 a 16,8 millones de dólares. Por otro lado, la empresa empieza a vender otros fertilizantes en Chile, es decir, aquí aparece un pequeño cambio de rubro, pues se está saliendo ya de la industria salitrera, con otros fertilizantes, que durante el año 1987 contabilizaron 5,9 millones de dóla-

Cuadro 3
Distribución de la propiedad de la empresa

Valor bolsa:	160 M US\$	
Nº Accionistas:	2.400	
Estructura propietaria de SQM al 31/5/88		%
AFP		29
Trabajadores		18
Bancos Extranjeros		16
Compañías de seguros		6
Accionistas con + de 1.000.000 (6)		10
Accionistas con + de 100.000 y menos 1.000.000		10
Accionistas con 100.000 Ac. o Menos		11
		100

Cuadro 4
Presupuesto 1988 v/s 1987

		1987	1988
Producción (Ton)		840.000	950.000
Dotación (Nº)		4.900	5.600
Ventas (MM US\$)		154	218
Utilidades (MM US\$)		35,6	48
		Ventas (MM US\$)	
		1987	1988
Productos de mayor contribución al cambio:	Yodo	49,2	63,0
	Nitrato de K	4,1	16,8
	Otros fertilizantes	5,9	31,1

res y se espera que en el año 1988 se vendan 31,1 millones de dólares.

PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA

Los yacimientos de caliche conocidos alcanzan a un total de 1.470 millones de toneladas, con una ley promedio de 8,9% de nitrato de sodio. Existe además la posibilidad de explotar las antiguas tortas de ripio que dejaron las plantas Shanks. En el desierto hay 180 de estas tortas con un total que fluctúa entre 3 y 6 millones de toneladas y con leyes de yodo que fluctúan entre 0,02 y 0,08%.

La probabilidad de encontrar nuevos yacimientos de nitrato más allá de la faja de yacimientos que se indicaba anteriormente, es relativamente baja. La pregunta sería, qué pasa con los nitratos en las zonas entre medio. Al respecto, se dan algunas teorías, una de ellas sería que los yacimientos podrían estar más profundos, por lo tanto no fueron encontrados en las exploraciones que se hicieron antiguamente; otra posibilidad podría ser que fueron lixiviados por no tener sello, es decir, por no haber sido sellados por una capa impermeable sobre ellos; o también podrían estar tapados por salares.

Hay indicios para suponer que podrían existir yacimientos de nitrato en profundidad cubiertos con materiales razón por la cual su extracción sería más costosa de lo que es actualmente. SOQUIMICH está empezando a estudiar otros yaci-

mientos salinos, ya que en la cuenca en que se encuentran los yacimientos de nitrato hay una gran concentración de otras sales.

SOQUIMICH está evaluando además los yacimientos conocidos y recientemente estableció algunos derechos de explotación sobre salares, en el Salar de Atacama y en el Salar de Punta Negra, para probables producciones de cloruro de potasio. También está estudiando el mercado del boro para ver qué posibilidades presenta la comercialización de este producto.

ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS CON YACIMIENTOS

En relación a los yacimientos es básico considerar algunos aspectos legales. El nuevo Código de Minería contiene un cambio fundamental en la pertenencia salitral en el sentido que se incluye a los yacimientos de nitrato y sales análogas como concesibles, vale decir, que estos yacimientos pueden pedirse para ser explotados y por lo tanto, se acaba el derecho que tenía solamente el Estado para explotarlos. El artículo 6º transitorio del mencionado Código establece que todas las pertenencias constituidas con anterioridad a este Código deben ir a un registro nacional. Con esto se pretende eliminar de una vez por todas los problemas que se habían suscitado en el pasado con las pertenencias mineras, y en esta forma que llegue el momento en el cual se sepa

exactamente quiénes tienen pertenencias mineras y dónde están. Sin embargo, en las pertenencias salitras, es decir, en la propiedad salitral se producen ambigüedades con el artículo 7º transitorio de la ley, que establece que las pertenencias constituidas sobre nitratos y sales análogas que se encuentran vigentes, subsistirán como tales y para todos los efectos legales se regirán por las disposiciones de este Código, en lo que a ellas le sean aplicables. Esto introduce dos ambigüedades, una es la frase que dice "que se encuentren vigentes actualmente", la duda es cuáles son esas pertenencias anteriores al actual Código que se encuentran vigentes. La otra ambigüedad es "en lo que a ella le sean aplicables", es decir, tampoco se ha definido con exactitud cuáles son las normas que le son o que no le son aplicables a estas pertenencias sobre nitratos y sales análogas. Afortunadamente, el Código establece un plazo de cuatro años para que dictada una sentencia constitutiva, si nadie ha hecho valer un mejor derecho, éste prescriba en cuanto a futuras reclamaciones.

En cuanto a la interpretación del artículo 7º transitorio, se podría afirmar que hoy día nadie puede establecer con un 100% de certeza que un yacimiento de nitrato le pertenece, porque las ambigüedades del mencionado artículo hacen pensar que pudiera haber alguien que tiene mejores derechos que él, anteriores a la promulgación del Código.

Hay tres teorías sobre esta situación, una que no existen pertenencias que tengan mejor derecho antes de este Código. Otra, que indica que solamente si existen planos de mensuras se puede utilizar este derecho, y otra, que bastaría cualquier tipo de inscripción para que el derecho sea válido. Será fundamental que a corto plazo el Estado defina estas ambigüedades, ya sea por la vía de legislar o por la vía del Poder Judicial. En el mediano plazo, como se señalaba anteriormente, esto está resuelto por la prescripción a los cuatro años.

PROYECTOS Y NUEVA TECNOLOGIA

Respecto a tecnología, SOQUIMICH ha hecho una recopilación

sistemática y clasificación del conocimiento escrito sobre procesamiento del caliche, es decir, se ha desarrollado una biblioteca en que está todo este conocimiento.

La empresa ha decidido poner en marcha el proyecto Nebraska y en este proyecto se va a incorporar todo el conocimiento nuevo que se tiene sobre el procesamiento de este mineral. También se crea una unidad de Investigación de Procesos en Antofagasta, con el objeto que esta unidad desarrolle nuevos procesos y perfeccione el conocimiento que actualmente se tiene sobre esta materia. Se han iniciado además contactos con algunas empresas extranjeras que pueden aportar valiosa tecnología a la industria salitrera.

Una característica de la infraestructura de algunos proyectos a realizarse en el futuro, es que no va a ser necesario hacer muchas obras que tuvieron que hacerse antiguamente, como caminos, puertos, comunicaciones, etc., pues hoy día esta infraestructura existe. Las nuevas plantas se van a caracterizar por baja inversión, bajo costo de operación, versatilidad con respecto a los productos, o sea, van a ser capaces de cambiarse de un producto a otro para lo que tendrán un diseño modular que les permita crecer con flexibilidad.

El proyecto Nebraska está planeado para producir 300 mil toneladas de nitrato al año y en cuanto a versatilidad, esta planta está diseñada para producir ya sea nitrato de sodio o nitrato de potasio. En la pampa de Nebraska ya se han iniciado los trabajos preparatorios, tanto de exploración como de pruebas de lixiviación en pilas. Habrá una serie de diferentes enfoques en la explotación de esta nueva planta, como por ejemplo, la lixiviación en pilas y una planta de tratamiento de sales que recicla las aguas para no perder nitrato. Las oficinas, como asimismo la residencia del personal, estarán en Iquique, pero la mayoría de la gente trabajará en los yacimientos. Se lixiviará el caliche con chancado primario, es decir, no habrá chancado de media pulgada como existe hoy día y la lixiviación se hará a temperatura ambiente. La im-

permeabilización se hará mediante superficie de plástico, que es lo que hace posible efectivamente este tipo de proceso y, finalmente, el sistema de cristalización va a ser distinto al sistema que actualmente se usa.

Se contempla también entre los años 1988 y 1989 un aumento de la producción de yodo del orden de las 1.100 toneladas al año. El diseño para la producción de yodo será modular, de modo que puede irse incrementando esta producción en módulos de 100 mil toneladas al año. La inversión para este proyecto es de 95 millones de dólares con ventas de 80 millones de dólares al año, todo para exportación. Las áreas mineras en las cuales se localizaría el proyecto podría ser Nebraska o el yacimiento de Sierra Navia, ambos ubicados cerca de la ciudad de Iquique y de la Carretera Panamericana.

MERCADOS

En una situación estática, es decir, con los mercados tal como existen hoy día, SOQUIMICH está produciendo varios tipos de nitrato, pero necesariamente va a tener que desarrollar un elemento de optimización para el futuro que permita determinar qué vender, dónde vender, a qué precio, etc., pues actualmente se ha ido poniendo más compleja la determinación de estos parámetros. En el caso del sulfato, SOQUIMICH produce solamente 1,8% de la producción mundial, y tiene como característica tener un bajo precio en relación al valor del flete, por lo que al aumentar la producción, baja el retorno marginal, porque la última venta es la que se hace al mercado más lejano. De tal manera que cada vez que se produce más, se va vendiendo a precio cada vez inferiores. La otra característica es el precio en función de la calidad. De continuar las demandas tal como están, se trata de mantener alta la calidad de los productos, bajar los fletes, básicamente por transporte a granel, y decidir a qué nivel de producción se va a quedar la industria.

En el caso del yodo, éste es un producto que se caracteriza por tener una oferta restringida por escasez natural, y las variaciones de oferta de demanda repercuten fuerte en el precio. Existen pocos productores que actúan en competencia, y tienen costos marginales de producción relativamente bajos, por lo tanto, en términos estáticos, lo único que se puede hacer es obtener mejoras marginales de precio, o sea, buscar mejores clientes y aumentar el número de ellos, de modo de tener más repartidas las ventas.

En términos dinámicos, es decir, de las actividades que se pueden desarrollar para ir incrementando la demanda por los nitratos fertilizantes, todavía queda un margen para hacer una promoción efectiva que muestre a los consumidores las ventajas que tienen los productos para determinados usos. La empresa está haciendo esto y se calcula que el potencial es entre 200 y 300 mil toneladas al año. Además, existe la posibilidad de incorporación de nuevos mercados, es decir, mercados que hoy en día teniendo posibilidades de consumir nitrato no lo están haciendo por distintas razones.

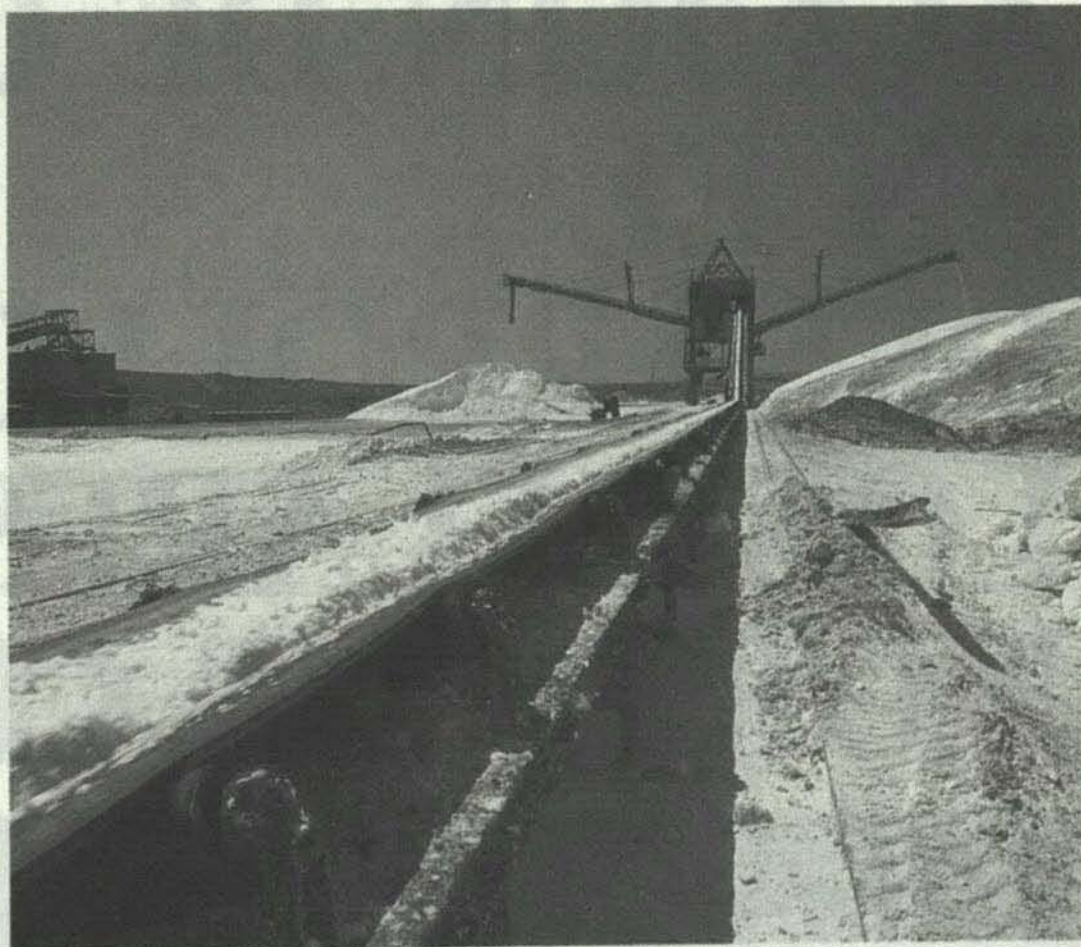
En el sulfato, la alternativa es simplemente mejorar el nivel de participación en los mercados más cercanos de modo que los retornos en su conjunto mejoren.

En el yodo se podrían diseñar mecanismos de discriminación para evitar caídas bruscas de precios, es decir, se podrían establecer algunos mecanismos de discriminación que permitan cobrar, en el fondo, más barato a algunos productores, de modo que si hay caídas en la demanda, esa caída no repercuta en el precio.

También habría que considerar aumentos en la producción para estabilizar el precio. Dado que SOQUIMICH tiene ventajas comparativas para ir aumentando la producción de yodo, no le interesa realmente el incremento de los precios, sino que el aumento de las cantidades vendidas, por lo tanto, la estrategia es aumentar la producción para estabilizar el precio. Incluso podría ser que, dado los niveles de

producción que se están pensando, el precio baje algo, pero los aumentos de producción están basados en aumentos de rendimiento en las plantas actuales, en el procesamiento de tortas de ripio de la ex oficina Puelma, y en la producción de la nueva salitrera, es decir, el proyecto Nebraska.

“La producción total de 1987 incluyendo todos los productos fue de 840 mil toneladas”



QUIMICH como empresa, y que es la entidad en definitiva de la industria salitrera.

Se determinaron sus objetivos, utilidades actuales y probables futuras, y se obtuvo un esquema que compatibilizaba la empresa con el entorno en el cual se desarrolla y en función de estos objetivos se fijaron cuáles son sus fortalezas y debilidades y en base a ello se identifican cuáles son las áreas en que la empresa va a desarrollarse.

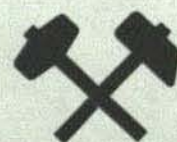
En base a este esquema se estudia un plan de desarrollo estratégico para eliminar precisamente las debilidades de la empresa apoyado en su fortaleza, ponerle freno a las amenazas del entorno, y capturar oportunidades. Se vio que SOQUIMICH debiera iniciar un desarrollo hacia otros productos en el área comercial, y que también sería conveniente, dada su situación en el mercado nacional, transformarse en el primer comercializador de fertilizantes en Chile. Para cumplir este último objetivo se vio la necesidad de crear una filial que se dedique a esta actividad. Además explorar la producción de otros fertilizantes, como por ejemplo, su participación en los proyectos amoniaco, sulfato de potasio, y fosfatos.

También en el área comercial se

estableció como objetivo la comercialización de otros productos a través de la representación extranjera que tiene SOQUIMICH..

En el área de servicios, se trata de independizar los servicios para que se desarrollen en forma autónoma, es decir, se crearon las filiales de Ferrocarril y Puerto, y Maestranza y Energía Eléctrica, con el objeto de que todos ellos tengan su propio desarrollo, y que puedan mostrar ya sea sus deficiencias o que son negocios que pueden subsistir por sí mismos.

Este esquema de desarrollo de la empresa le da una nueva identidad. Se veía que SOQUIMICH como industria salitrera extrae y procesa caliche, utilizando una estructura sin uso alternativo relevante, obteniendo productos económicamente viables que comercializa. La nueva identidad se ha definido con la frase que dice “DEL DESIERTO, HACIA LA INDUSTRIA Y LA AGRICULTURA, CON EFICIENCIA, CALIDAD Y FUTURO”.



Finalmente, está la creación de nuevos productos, para lo cual hay dos alternativas, una es extraer elementos de compuestos que hoy no se extraen, tales como el perclorato de potasio, magnesio, y otros elementos, y la otra es combinar los actuales nuevos que se produzcan, como es el caso del nitrato de potasio, que ya está en producción, y el nitrato de magnesio que podría producirse.

DESARROLLO DE LA EMPRESA

Cuando se privatizó SOQUIMICH se planteó la posibilidad real de desarrollarse frente a las restricciones existentes, entre ellas, nivel de remuneraciones, problemas para la propiedad minera, problemas de fijación de precios, y problemas para entrar en otras actividades. SOQUIMICH se planteó el problema efectivamente del desarrollo y para eso, nuevamente, tuvo presente sus características, los cuatro elementos que se indicaban anteriormente y que constituyen la entidad de SO-

ACCION DE CORFO EN EL DESARROLLO DE LOS SALARES DEL NORTE DE CHILE

Por: Pedro Pavlovic Zuvic
Ingeniero Civil Químico,
Jefe Area Química y Minera
Gerencia de Desarrollo - CORFO



y la densidad media de 1.225 g/l. Las salmueras de este salar, en algunas zonas del núcleo, presentan variaciones importantes en la concentración de potasio, litio, calcio y sulfatos, respecto al valor típico entregado en la Tabla N° 1. Constituyen un sistema acuoso complejo y su química de fases fue estudiada en gran detalle por CORFO con el objeto de definir, a través de un proceso de evaporación solar, las posibilidades de recuperación de diferentes sales de interés comercial.

La zona donde está ubicado el Salar de Atacama presenta características climáticas especiales, tales como bajas precipitaciones, vientos de moderada intensidad en la tarde, baja humedad (se han registrado valores hasta de 5%), temperaturas medias altas y fuerte radiación solar. Estos factores determinan que la tasa de evaporación en el salar sea alta, del orden de 10 lt/m²/día como promedio anual para agua (medida en bateas metálicas). La velocidad de evaporación decrece con el aumento de la salinidad en razón a la influencia de los sólidos disueltos en la presión parcial del agua, según se aprecia en la Tabla N° 2.

La riqueza mineral del Salar de Atacama está constituida por las salmueras que llenan las fisuras y poros intercomunicados de la masa salina, bajo 0.5 m de la superficie.

Para cuantificar las reservas recuperables de cada uno de los elementos de interés contenido en las salmueras, fue necesario conocer la composición química de éstas en distintos puntos (catas) del salar, como igualmente el volumen almacenado de salmuera.

Este último se calculó mediante determinaciones de las características hidráulicas del acuífero, básicamente el coeficiente de almacenamiento, es decir, la porosidad efectiva o drenable del salar. Para ello se realizaron pruebas de bombeo en pozos perforados con tricono, hasta 20 metros de profundidad a lo largo de un camino de penetración al núcleo. Asimismo, se analizaron físicamente los testigos recuperados con diamantina de los ocho sondeos efectuados por CORFO en el

Tabla N° 1
COMPOSICION QUIMICA DE SALMUERAS
% EN PESO

	Océano	Mar Muerto	Great Salt Lake (Utah)	Silver Peak (Nevada)	Salar de Atacama
Na	1.056	3.21	8.0	6.2	7.6
K	0.038	0.60	0.65	0.53	1.8
Mg	0.127	3.33	1.0	0.03	0.96
Li	0.00001	0.0015	0.004	0.02	0.15
Ca	0.040	1.18	0.016	0.02	0.03
SO ₄	0.25	0.07	2	0.71	1.78
Cl	1.90	17.32	14.0	10.06	16.00
Br.	0.0065	0.41	0.0	0.002	0.005
B	0.0005	0.003	0.006	0.008	0.06
Li/Mg	1/12720	1/2220	1/250	1/1.5	1/6.4

salar, uno de los cuales alcanzó una profundidad cercana a los 400 metros y que permitió concluir que las salmueras prácticamente no muestran variaciones en la concentración con la profundidad.

Con los datos de concentración de los distintos elementos, los valores de porosidad efectiva calculados y considerando una profundidad de 30 m. y un área de 1.300 km², se estimaron las reservas y recursos de potasio, magnesio, boro y litio, cuyos valores son los siguientes:

	Millones de toneladas
Potasio	58
Magnesio	30,6
Boro (como ácid. bórico)	16,5
Litio	4,5

Cabe destacar que el volumen de reservas de litio existente en el Salar de Atacama así como la calidad de

ellas (alta concentración, valor medio de 0,15% en peso), junto a otras ventajas comparativas, convierten a este yacimiento en la fuente de litio económicamente más atractiva conocida en la actualidad en el mundo.

3. PROYECTO LITIO

Como consecuencia del interés planteado por la firma norteamericana Foote Mineral Co., subsidiaria de Newmont Mining Corp., único productor "básico" de litio en el mundo a partir de salmueras naturales, que corroboró las altas concentraciones de litio reportadas en el Salar de Atacama, CORFO suscribió en 1975 un convenio básico con esa empresa, en el cual Foote se comprometió a realizar trabajos de exploración e investigación en dicho yacimiento, tendientes a determinar las posibilidades de explo-

Tabla N° 2
TASAS DE EVAPORACION MEDIA ANUAL
DE SALMUERAS

Densidad (g/L)	Verano (mm/día)	Invierno (mm/día)
1.226 - 1.260	8,0	4,0
1.260 - 1.290	7,3	3,7
1.290 - 1.310	5,7	3,0

tación del litio. A su vez, la Corporación, además de prestar apoyo a las actividades programadas por Foote, asumió el compromiso de constituir la propiedad minera.

En el lapso 1975-1979, mientras Foote desarrollaba los estudios técnicos, se perfeccionaron los términos del convenio, principalmente considerando el carácter de material de interés nuclear asignado al litio. Al mismo tiempo, se consolidó la legislación minera en materia de salares para posibilitar el proyecto.

Después de demostrarse la factibilidad de recuperar el litio en forma de carbonato de litio, a partir de las salmueras del salar, la Corporación y Foote Mineral Co. culminan las negociaciones iniciadas en 1974, suscribiendo con fecha 13 de agosto de 1980 los documentos que dieron origen a la Sociedad Chilena del Litio Ltda. (SCL), con una participación de CORFO de un 45% y de Foote del 55% restante.

El acuerdo logrado estipula que el objetivo de esta empresa mixta será la producción de compuestos de litio hasta una explotación máxima de 200.000 toneladas de litio metálico equivalente, las que se extraerán a partir de las salmueras contenidas en un área de 16.720 hás., en la parte sur del Salar de Atacama (Fig. N° 2). SCL tiene un plazo de vigencia de 30 años, prorrogables automáticamente por períodos sucesivos de 5 años, hasta completar la producción autorizada. Entre otros aspectos importantes del contrato, la Corporación de obligó a no permitir que ninguna otra empresa podía explotar litio de las pertenencias de su propiedad hasta 1988. Por otra parte, Foote fue designado como agente de ventas exclusivo por un lapso de 17 años, para comercializar los productos de litio de la sociedad destinados a usos distintos de la fusión nuclear.

Después de un período de reevaluación del proyecto (planta de carbonato de litio con una capacidad nominal de 14.000.000 lb/año), que culminó a fines de 1981, con la aprobación de su ejecución, se iniciaron los trabajos de construcción en abril de 1982, completándose las instalaciones a

comienzos de 1984 (sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama y planta química en La Negra, Antofagasta). Todas las construcciones fueron efectuadas por contratistas chilenos.

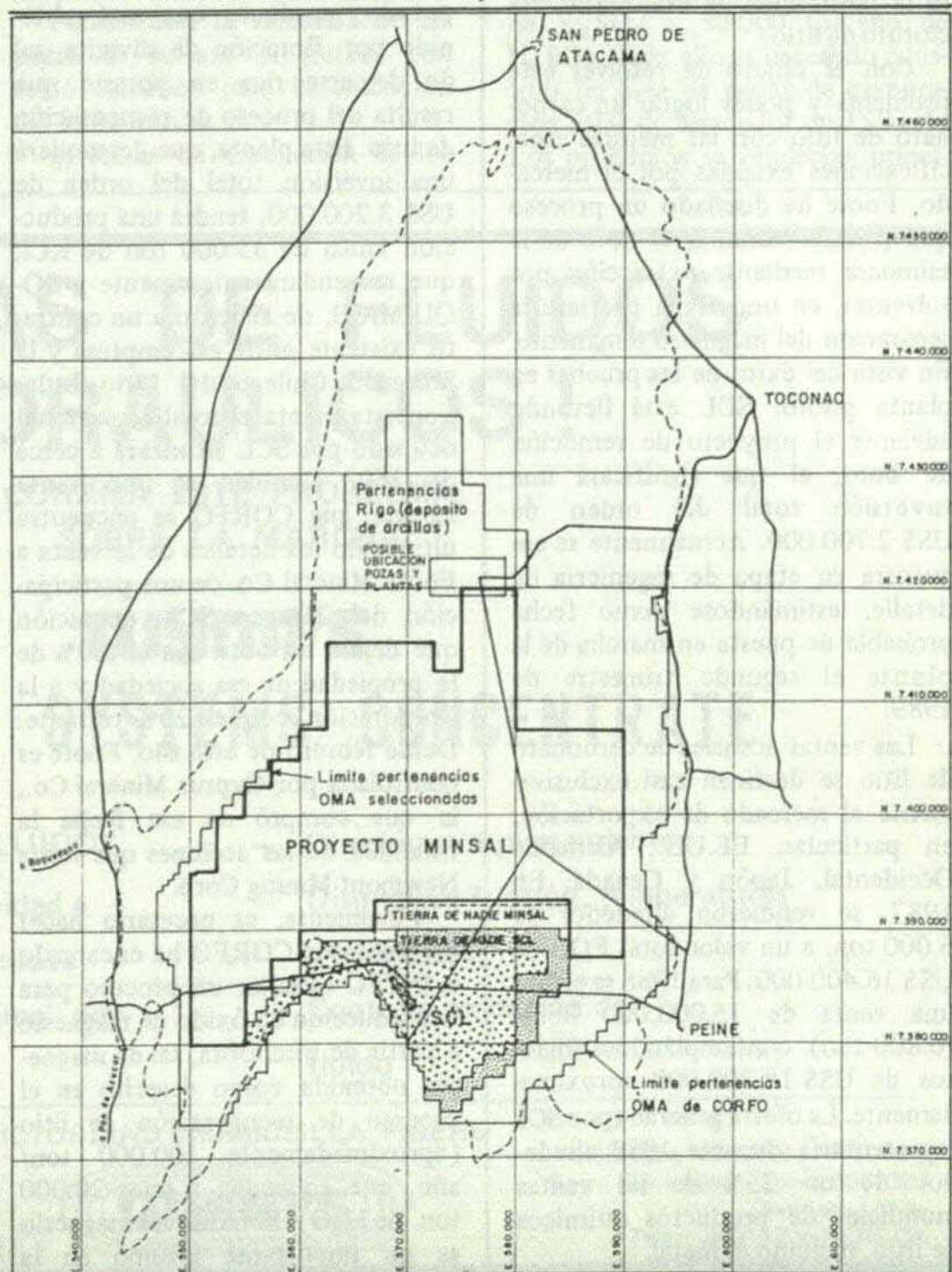
La inauguración tuvo lugar en junio de 1984 y el período de puesta en marcha finalizó exitosamente en diciembre de ese año.

Las pruebas finales de producción demostraron que las instalaciones de SCL tienen una capacidad de 17.000.000 lb/año (7.700 ton/año) de carbonato de litio. La inversión total, incluyendo puesta en marcha y los gastos previos del estudio de factibilidad y de constitución de la sociedad fue del orden de US\$ 56.000.000, siendo financiada con aportes de los socios y un crédito a largo plazo por US\$

30.000.000, otorgado por 6 bancos internacionales y el Banco de Chile.

El proceso de obtención de carbonato de litio, que ha sido diseñado por Foote tomando como base el que usa actualmente en su planta de Silver Peak, Nevada (EE.UU.), consiste fundamentalmente en concentrar las salmueras del Salar en pozas de evaporación solar (alrededor de 1 km² de área total), hasta alcanzar en etapas sucesivas un contenido de litio cercano al 6 por ciento. Luego, la salmuera concentrada es purificada en la planta química de Antofagasta, para ser tratada finalmente con carbonato de sodio, produciéndose por precipitación en caliente el carbonato de litio.

Como resultado de la concentración de las salmueras por evapo-



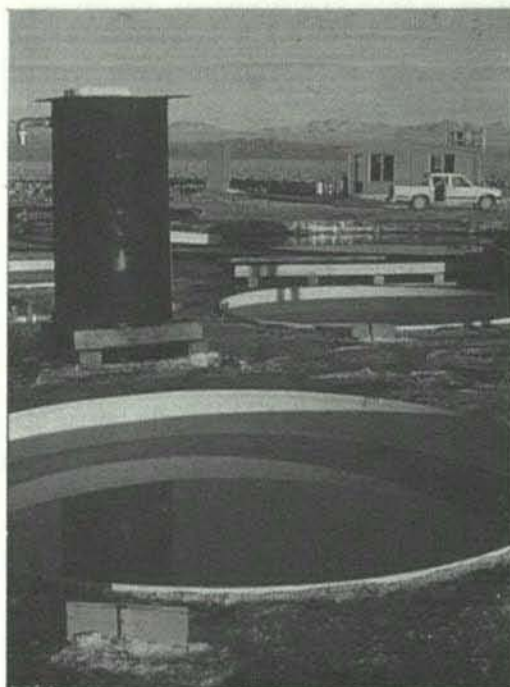
ración solar las siguientes sales que precipitan en las pozas son descartadas como impurezas: halita (NaCl), silvinita ($\text{NaCl} + \text{KCl}$), carnalita ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y bischofita ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

La salmuera altamente concentrada en litio es transportada a la planta química en La Negra mediante un sistema combinado de camiones y ferrocarril. El magnesio remanente que contiene es eliminado en dicha planta en dos etapas de purificación, como carbonato e hidróxido de magnesio, respectivamente. El producto final se comercializa en dos formas: cristales y gránulos, teniendo una pureza de 99,2% - 99,5% Li_2CO_3 .

Sin embargo, su contenido de boro (400-600 ppm) impide su utilización como materia prima para la fabricación de litio metal, vía cloruro de litio.

Con el objeto de resolver este problema y poder lograr un carbonato de litio con las mejores especificaciones exigidas por el mercado, Foote ha diseñado un proceso que permite eliminar el boro de la salmuera mediante extracción por solventes, en una etapa previa a la separación del magnesio remanente. En vista del éxito de las pruebas en planta piloto, SCL está llevando adelante el proyecto de remoción de boro, el que significará una inversión total del orden de US\$ 2.700.000. Actualmente se encuentra en etapa de ingeniería de detalle, estimándose como fecha probable de puesta en marcha de la planta el segundo trimestre de 1989.

Las ventas actuales de carbonato de litio se destinan casi exclusivamente al mercado de exportación, en particular, EE.UU., Alemania Occidental, Japón y Canadá. En 1987 se vendieron alrededor de 6.000 ton, a un valor total FOB de US\$ 16.400.000. Para 1988 se estima una venta de 15.000.000 libras (6.800 ton), contemplándose ingresos de US\$ 18.300.000 aproximadamente. La oferta generada por SCL representaría durante 1988 alrededor de un 25% de las ventas mundiales de productos químicos de litio, incluido el metal.



Por otra parte, cabe señalar que en el transcurso del presente mes de junio, SCL iniciará la puesta en marcha de una planta de cloruro de potasio, producto que será obtenido por flotación de silvinita, sal de descarte rica en potasio que resulta del proceso de recuperación de litio. Esta planta, que demandará una inversión total del orden de US\$ 3.200.000, tendrá una producción anual de 35.000 ton de KCl , que se venderá enteramente a SOQUIMICH, de acuerdo a un contrato existente entre esa empresa y la Sociedad Chilena del Litio Ltda. Con esta planta el total de personal ocupado por SCL alcanzará a cerca de 160. También es importante agregar que CORFO se encuentra ultimando los detalles de la venta a Foote Mineral Co. de una participación del 25% en SCL, operación que dejará a Foote con un 80% de la propiedad de esa sociedad y a la Corporación con el 20% restante. Desde febrero de este año, Foote es controlada por Cyprus Mineral Co., la que compró en esa fecha la totalidad de las acciones que tenía Newmont Mining Corp.

Finalmente, es necesario hacer presente que CORFO ha encargado a INTEC estudiar un proceso para la producción de óxido de magnesio a partir de bischofita, sal de magnesio obtenida como desecho en el proceso de recuperación de litio (aproximadamente 100.000 ton/año, que equivalen a unas 20.000 ton. de MgO). El óxido de magnesio es un importante insumo en la

industria de refractarios, siendo en la actualidad su consumo en el país equivalente a 10.000 ton. anuales de MgO , de procedencia importada, lo que representa unos US\$ 5 millones CIF.

4. PROYECTO SALES POTÁSICAS Y ACIDO BORICO

Paralelamente a los estudios realizados por Foote Mineral Co., la Corporación de Fomento, a través de su Comité de Sales Mixtas, desarrolló un programa de actividades destinado a estudiar la viabilidad de explotación de otros recursos minerales de interés económico contenidos en las salmueras del Salar de Atacama. Los trabajos contaron con la asesoría técnica de Saline Processors Inc., de EE.UU., cuya contratación en 1975 fue financiada con un crédito del Banco Mundial. Igualmente se subcontrataron los servicios de institutos de investigación (IIG, CIMM, INTEC, Universidad de Chile, etc.), y de empresas privadas nacionales.

Como consecuencia de lo anterior, se generó el "Proyecto Sales Potásicas y Acido Bórico", el cual fue concebido inicialmente para producir solamente cloruro de potasio, sulfato de potasio y ácido bórico. Sin embargo, más adelante, se complementaría con la coproducción de sales de litio.

Los estudios del proyecto, ejecutados a nivel de factibilidad, concluyeron en 1981, habiéndose abordado entre otros los aspectos que se resumen a continuación:

a) Cuantificación de las reservas minerales, ya explicado anteriormente en el punto 2.

b) Estudio de la química de fases de las salmueras al ser concentradas por evaporación. Estos estudios, que se hicieron tanto en terreno, usando bateas metálicas, como en laboratorio, permitieron conocer la composición de las sales de potasio, litio y magnesio que cristalizan durante el proceso de evaporación solar, con lo cual fue posible definir los campos de cristalización de las sales de potasio (KCl y K_2SO_4).

c) Prospección de arcillas para la construcción de pozas solares de

bajo costo. Al norte del núcleo del salar, a través de la información suministrada por pruebas de permeabilidad "in situ" y de la descripción estratigráfica de testigos obtenidos mediante sondajes manuales poco profundos, se comprobó la existencia de un área de arcillas de alrededor de 20 km² bajo la costra salina, con un espesor de 30 - 50 cm y permeabilidades menores que $2,5 \times 10^{-7}$ cm/seg.

d) Determinación de velocidades de evaporación en bateas metálicas, para distintos rangos de concentraciones de las salmueras (Tabla No 2).

e) Construcción y pruebas de filtración y evaporación en pozas experimentales de arcilla y recubiertas con membrana plástica. Se obtuvieron excelentes resultados en una poza de 100 m x 100 m construida en la zona de arcillas al norte del salar. Por otro lado, se determinó el factor batea-pozas para la corrección de la tasa de evaporación.

f) Diseño de los procesos de obtención de los productos finales (KCl, K₂SO₄, H₃BO₃). Se estableció una secuencia de evaporación en tres grupos de pozas que operan en forma continua. En el primer grupo cristaliza sólo cloruro de sodio que se descarta. En la segunda etapa se cosecha silvinita, la cual alimenta una planta de flotación para separar el cloruro de potasio. Una vez lograda la saturación de sulfato, la salmuera se transfiere al tercer grupo de pozas donde cristaliza una mezcla de sales dobles de potasio, magnesio y litio (cainita, schoenita, KLiSO₄) junto con NaCl, KCl y algo de carnalita, las que constituyen la materia prima de la planta de sulfato de potasio, para cuya producción se ha adoptado la tecnología utilizada en Salt Lake, Utah.

Finalmente, la salmuera de las pozas de sulfato es tratada con ácido sulfúrico para la obtención del ácido bórico.

g) Rutas de evacuación de los

productos a puertos de embarque. Se analizaron diferentes alternativas de rutas de transporte de los productos desde el Salar de Atacama hasta eventuales puertos de salida: Antofagasta, Tocopilla y Mejillones. Para la evaluación del proyecto se seleccionó la alternativa que combina el uso de camiones hasta Coya Sur y desde ahí por ferrocarril al puerto mecanizado de Tocopilla, perteneciente a SOQUIMICH, cubriendo una extensión total de alrededor de 370 km.

h) Fijación de la capacidad de las plantas y evaluación económica. De acuerdo a las posibilidades del mercado y disponibilidad de reservas minerales, se recomendó la instalación de un complejo industrial para la producción de 500.000 ton/año de KCl, 150.000 ton/año de K₂SO₄ y 30.000 ton/año de H₃BO₃. Para ello es necesario construir un área de pozas de evaporación solar de alrededor de 15 km². Los productos se venderían princi-

¡ FUGAS DE FLUIDOS HIDRAULICOS !

CORRIJA ESTE PROBLEMA
SOBRE LA MARCHA

Wynn's.

HYDRAULIC SYSTEMS CONCENTRATE

- FUGAS DE FLUIDOS
- Devuelve elasticidad a "O" Rings y sellos
- Evita "Down Time" por este problema
- Disminuye espumamiento
- Disminuye fricción, temperaturas y desgastes
- Controla oxidación del fluido

VICTORIANO HERMOSILLA PIÑERO

GERENCIA GENERAL
H. Salas 673 - Fono: 225338 - Cas. 1177
Concepción - Chile
Telex: 360119 VIHERC CK



GERENCIA VENTAS SANTIAGO
Santa Elena 1569 - Fono: 5567303
Santiago - Chile
Telex: 340148 VIHERS CK

palmente en el mercado de exportación. Las sales de potasio se usan esencialmente como fertilizantes. La principal aplicación del ácido bórico se encuentra en la industria del vidrio. Se demostró que para los niveles de producción antes señalados, el proyecto es económicamente atractivo. La inversión total actualizada a precios de abril de 1983 se estimó del orden de US\$ 180 millones con una generación de ingresos por ventas de US\$ 85 millones anuales y una ocupación de mano de obra directa de 600 personas aproximadamente.

El tamaño del proyecto propuesto implica un volumen anual de alimentación de salmueras a las pozas de evaporación solar del orden de 30 millones de toneladas, las que llevan asociadas aproximadamente 50.000 toneladas/año de litio. El Comité de Sales Mixtas desarrolló dos procesos de recuperación de litio, siendo ambos patentados. En el primero, el litio se extrae en la forma de sulfato de litio monohidratado (proceso del salting-out con sulfato de magnesio) y en el segundo como carbonato de litio (proceso del KLiSO_4).

A mediados de 1983, CORFO decidió llamar a una licitación internacional de carácter amplio (incluyendo litio o cualquier otro producto de valor comercial), para adjudicar los estudios técnicos, un número limitado de pertenencias mineras y otros derechos de su propiedad en el salar, relacionados con este proyecto. Se recibieron propuestas de Lithium Corporation of America y de un consorcio formado por Amax Inc. y Molibdenos y Metales S.A. (MOLYMET), incluyendo ambas la producción de una sal de litio como producto adicional. Como resultado de la evaluación de estas propuestas, la Corporación resolvió iniciar las negociaciones con el consorcio Amax/MOLYMET, ubicado en el primer lugar de selección, para definir los términos y modalidades del contrato de adjudicación de la licitación. La negociación concluyó el 31 de enero de 1986 con la firma de los documentos que dieron origen a la Sociedad Minera Salar de Ataca-

ma Ltda. (MINSAL), empresa mixta en la cual CORFO tiene un 25% de participación, Amax Inc., un 63,75% y MOLYMET un 11,25%.

Cabe señalar que Amax Inc. es una importante empresa norteamericana diversificada en el campo de la minería y de la energía con operaciones en los Estados Unidos de América y otros países del mundo.

El plazo de duración de MINSAL será de 33 años, en el que se incluye una etapa inicial de estudios de alrededor de 3 años para completar la evaluación del yacimiento y definir el proceso definitivo de producción así como el tamaño del proyecto. Al término del período de evaluación, si se decide un proyecto de explotación, CORFO deberá transferir a MINSAL un número de hasta 16.384 pertenencias mineras de entre las 28.054 que posee en el Salar de Atacama y que fundadamente se indique como necesarias para el desarrollo del proyecto. Además, CORFO aportará un depósito de arcillas.

La Corporación cobrará una renta de arrendamiento por el usufructo de las pertenencias traspasadas, lo que se sumará a una cantidad total de US\$ 4.000.000 que se le acreditará como aporte en el capital de la sociedad.

Los niveles de producción establecidos como meta del proyecto son similares a los estimados por CORFO, contemplándose una mayor cantidad de sulfato de potasio. Asimismo, se considera la producción de sales de litio de acuerdo a un calendario autorizado por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, que no podrá exceder de 180.100 ton de litio metálico equivalente durante el período de vida del proyecto. Como producción inicial se plantea una cantidad equivalente a 2.800 ton/año de litio metálico.

Otro aspecto importante de los acuerdos logrados es que el proyecto sólo pasará a la etapa de explotación si se demuestra que las reservas de litio quedan adecuadamente protegidas. Para ello, deberán cumplirse 3 condiciones exigidas por COR-

FO: i) verificar reservas de potasio iguales al doble de las requeridas por el proyecto. Así se asegurará que el año 33 de la Sociedad quede en el salar un volumen suficiente de salmuera que permita la explotación comercial del litio contenido en ellas; ii) demostrar que es factible retornar al acuífero principal del salar las salmueras residuales, y iii) demostrar que el litio contenido en las salmueras residuales y sales de descarte que contengan cantidades significativas de este elemento sea técnica y económicamente recuperable.

En general, MINSAL ha venido cumpliendo las actividades de evaluación conforme a lo programado. Espera dar término a un estudio de factibilidad hacia fines de 1988, el que además de aportar los antecedentes necesarios para decidir la materialización de una inversión, servirá de documento base en las negociaciones tendientes a lograr financiamientos de parte de instituciones internacionales de crédito.

Actualmente se encuentra en desarrollo la fase III y final del programa de evaluación, la que fue iniciada en abril de 1987 al dar cumplimiento MINSAL a las dos primeras condiciones impuestas por CORFO sobre protección de las reservas de litio. A continuación se resume el avance al 31 de mayo ppdo. de las principales actividades efectuadas:

a) Estudio hidrogeológico y estimación de reservas

Las reservas minerales contenidas en las salmueras fueron calculadas por la firma consultora Hydrotechnica, de Inglaterra, la que desde junio de 1986 y por un lapso de 9 meses ejecutó diversos estudios en terreno para determinar las características hidráulicas del acuífero del salar (permeabilidad, transmisibilidad y porosidad efectiva), así como para obtener información de la composición química de las salmueras considerándose en este último caso un amplio espectro de muestras. Entre otros trabajos, se perforaron 2.280 m de sondajes con recuperación de testigos y se efectuaron 4 pruebas de bombeo, dos de ellas en el centro del núcleo a un

flujo cercano a 100 lt/seg y con una duración superior a los 30 días.

Las reservas estimadas en los primeros 40 metros del acuífero, en un área seleccionada de pertenencias mineras (alrededor de 800 km²), que corresponde al máximo asignado al proyecto (Fig. N° 2), son las siguientes:

	Toneladas
Potasio (ley media 1,93%)	24.500.000
Litio (ley media 0,14%)	1.670.000
Sulfatos (ley media 1,65%)	21.100.000
Acido Bórico (ley media 0,31%)	4.000.000

Las reservas de potasio antes indicadas posibilitan un nivel máximo de producción de 550.000 ton/año de cloruro de potasio, equivalente durante 27 años, si se consideran pozas solares de arcilla (filtración 0,5 mm/día). El potencial de producción puede ascender a 645.000 ton/año de KCl, equivalente si se usan pozas de plástico.

Con posterioridad a la determinación de las reservas, la firma consultora Hydrotechnica ha efectuado trabajos adicionales en terreno, entre otros, distintas mediciones de la evaporación del salar, con el objeto de obtener mayor información para la elaboración de un modelo computacional del acuífero, a fin de visualizar el probable comportamiento a largo plazo de éste con la extracción de salmueras, como igualmente optimizar la ubicación del sistema de bombeo de salmueras que alimentará a las pozas de evaporación solar.

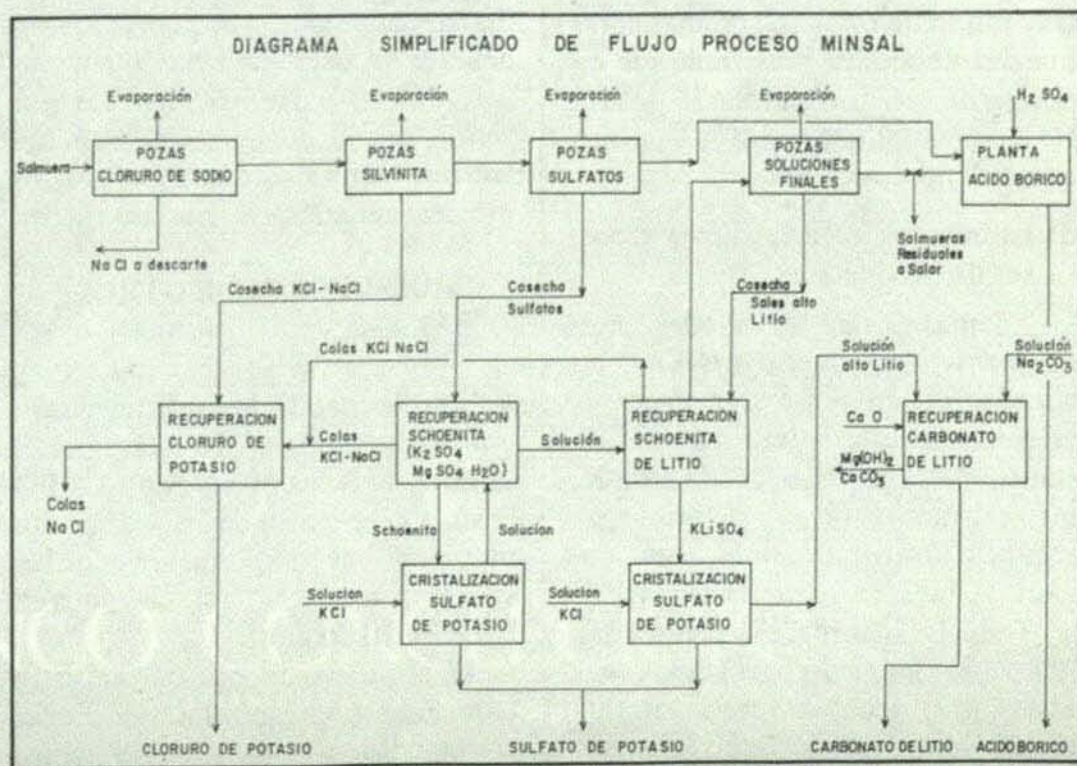
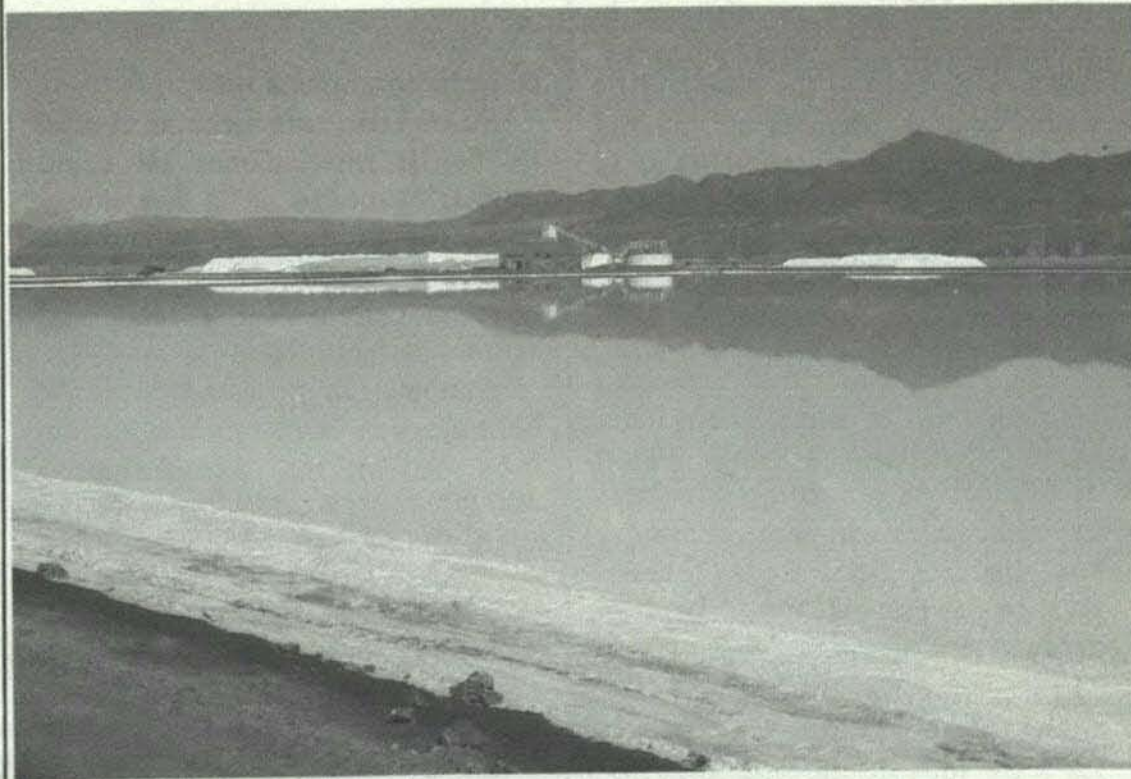
b) Investigación del proceso de recuperación de sales.

Con la asesoría de Lukes Process Development, de los EE.UU., se están realizando desde comienzos de 1987 en un laboratorio habilitado en la Universidad de Antofagasta, las experiencias de laboratorio a escala banco y en planta piloto de los procesos para obtener los diferentes productos del proyecto (clo-

ruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico y carbonato de litio), utilizándose como materia prima sales y salmueras concentradas provenientes de bateas experimentales de evaporación, que son operadas en forma semicontinua en dos zonas del salar, desde febrero de 1986 (ver fotografía anexa). Estas pruebas permitirán entregar los parámetros de diseño de las plantas de tamaño comercial. Los trabajos se iniciaron con los procesos de producción de cloruro de potasio y ácido bórico siguiendo posteriormente con los de sulfato de potasio y carbonato de litio.

A la fecha, faltando algunos pasos de optimización, el proceso global está definido conceptualmente, basándose fundamentalmente en el proceso propuesto por CORFO (Fig. N° 3). Ya se han concluido las pruebas en planta piloto para el KCl, H₃BO₃ y K₂SO₄, con buenos resultados en rendimiento de recuperación y especificaciones de calidad, faltando sólo la planta piloto de carbonato de litio.

Habiéndose considerado últimamente la posibilidad de incluir también el hidróxido de litio como otro producto del proyecto, se ha encargado a Hazen, de EE.UU., el



estudio del proceso de obtención a partir de Li_2CO_3 .

c) Pozas de evaporación solar

Durante el primer año de la evaluación del proyecto, un extenso programa de prospección permitió confirmar que en un área de alrededor de 20 km^2 , ubicada al norte del núcleo del salar y bajo la costra salina, existen arcillas de suficiente espesor y baja permeabilidad para ser usadas como piso de pozas de evaporación solar.

Sin embargo, debido a los resultados poco alentadores obtenidos en la construcción en dicha área de dos pozas de pruebas, cada una de $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$, y no obstante la recomendación de un experto extranjero de probar un diseño diferente, que se asemeja al que fue usado con éxito por CORFO en la misma zona, existe una fuerte inclinación de parte de MINSAL de optar por pozas recubiertas con membrana plástica.

Con tal propósito, se decidió construir en la parte central del núcleo, cerca del probable campo de bombeo de salmueras, dos pozas experimentales impermeabilizadas con distintos tipos de membrana plástica, las que están en operación desde marzo ppdo.

En definitiva, la elección del sistema de pozas está supeditada a los resultados de un estudio costo/beneficio, actualmente en marcha. Aunque se reconoce que las pozas con fondo de plástico son más caras que las de arcilla, se estima que en el caso de este proyecto, ello podría ser compensado por otros factores que será necesario evaluar.

d) Estimación de inversiones y costos de producción

Además de las actividades anteriormente analizadas, MINSAL ha abordado también otros aspectos tales como alternativas de rutas de transporte a puertos de embarque, infraestructura (agua, energía eléctrica, comunicaciones, campamento), estudio de mercado, etc.

Toda la información técnica básica que ha sido generada será utilizada por una empresa internacional de ingeniería que será selec-



cionada próximamente.

Su objetivo será ejecutar el diseño de las instalaciones así como estimar el monto de la inversión y costos de producción, trabajo que tomará alrededor de seis meses y que conducirá a la preparación del estudio de factibilidad.

Aunque aún no está totalmente definido, los niveles de producción más probables alcanzarían a 400.000 ton/año de cloruro de potasio, 200.000 ton/año de sulfato de potasio, 20.000 ton/año de ácido bórico y el equivalente a 2.800 ton de litio metálico en la forma de carbonato de litio e hidróxido de litio.

Si se toman como base de referencia los tamaños de plantas antes indicadas, la inversión total demandada por el proyecto no debería de bajar de US\$ 200 millones. Por su parte, los ingresos por ventas serían de US\$ 100 millones anuales aproximadamente, a los precios actuales de los productos.

5. PROSPECCION DE OTROS SALARES

Aprovechando la experiencia adquirida en el Salar de Atacama, el Comité de Sales Mixtas de CORFO llevó a cabo entre 1978 y 1985 un programa de exploración de los salares de mayor interés, ubicados en la I, II y III Región.

El esquema de trabajo consistió básicamente en abordar por etapas el estudio de cada yacimiento,

realizando primeramente una prospección preliminar, de cuyos resultados dependía la ejecución de trabajos más avanzados.

Los salares estudiados fueron los siguientes: Surire, Huasco, Llamara, Coposa y Bellavista, en la I Región; Punta Negra, Aguas Calientes, Quisquiro, Talar y Purisunchi, en la II Región, y Maricunga en la III Región.

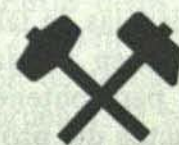
A diferencia de los salares de Bellavista y Llamara, ubicados en la depresión central, que tienen salmueras muy diluidas y cuyas cuencas no son cerradas, el resto de los salares prospectados, del tipo andino y preandino, se encuentran a una altura sobre el nivel del mar muy superior a la del Salar de Atacama, lo que contribuye a que sus tasas de evaporación sean bajas.

Otros factores de importancia que hace disminuir su interés económico son la infraestructura de acceso más difícil y la superficie del yacimiento y cuenca de drenaje de menores proporciones.

Los mejores resultados se obtuvieron en los salares de Suire, Huasco y Maricunga. En los dos primeros se encontraron sendas mineralizaciones de sulfato de sodio en la forma de mirabilita.

Se evaluó un proyecto para producir 150.000 ton/año de sulfato de sodio anhidro de alta pureza, a partir de la mirabilita existente en el Salar de Huasco (23% de Na_2SO_4), donde CORFO era dueño de las pertenencias mineras. Los resultados no fueron muy atractivos en cuanto a expectativas de rentabilidad. No obstante, CORFO hizo un llamado a licitación pública en 1985 para enajenar las pertenencias mineras y estudios realizados, pero no se presentaron interesados.

Finalmente, en el Salar de Maricunga, que es el más austral de Chile, se encontraron concentraciones moderadamente altas de litio en sus salmueras, que lo convierten en el segundo salar de importancia del país en términos de reservas de dicho elemento.



*Para sus operaciones
internacionales,
su puerto
más seguro es
Banco
Concepción.*

Cuando planifique sus importaciones o exportaciones, acérquese a Banco Concepción. Nuestro departamento especializado en Comercio Exterior le contactará, con el lugar del mundo que a usted le interesa, a través de cualquiera de sus 120 bancos corresponsales en el exterior. Además, Banco Concepción está interconectado a la red mundial de comunicaciones bancarias SWIFT, lo que le garantiza un servicio rápido y seguro.

Por todas las ventajas que le ofrece, para su próxima operación de Comercio Exterior acérquese a su puerto más seguro.

Acérquese a Banco Concepción.

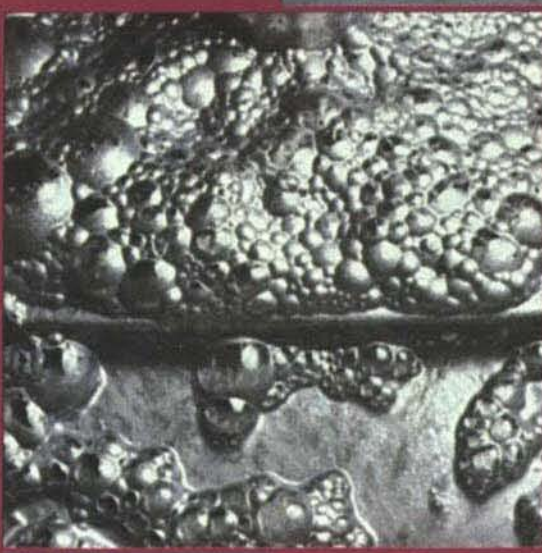
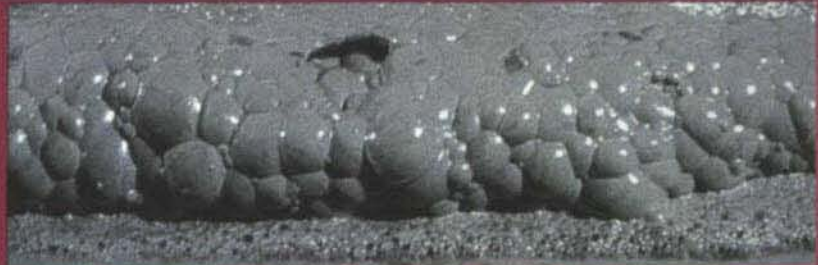


BANCO CONCEPCION

FUNDADO EN 1871



Xantato
 ®Phosokresol
 ®Hostafлот



®Montanol
 ®Flotol
 ®Flotanol
 ®Flotigol



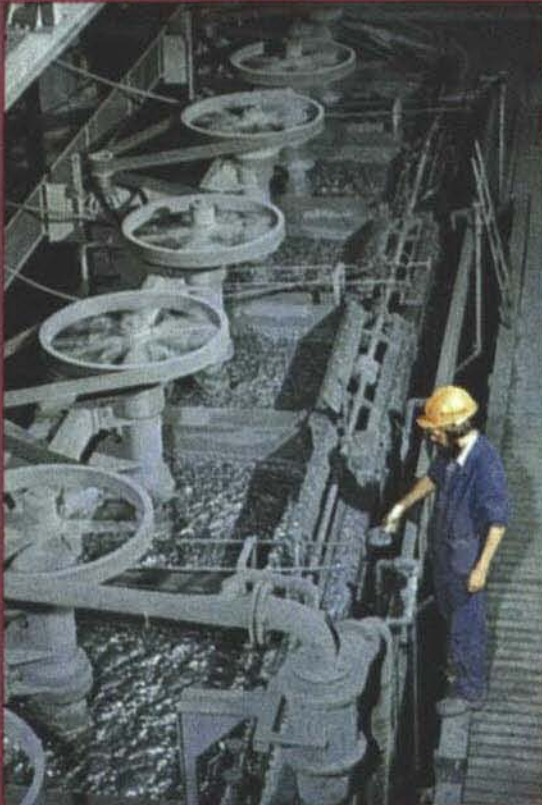
®Knapsack
 atomized
 ferrosilicon
 15



Adyuvante de
 Filtración B 70



®Flotinor
 ®Flotigam
 ®Emigol
 ®Arkopal



®Hostarex
 Extracción por
 solventes

®Tylose
 ®Bozefloc
 ®Hydropur



E 51076 LA

Para la minería y procesamiento de minerales:

Reactivos de Hoechst

Hoechst Chile Ltda.
 Casilla 340 - F. 722160
 Teatinos 449 - 3° Piso
 Santiago



Para satisfacer las necesidades del desarrollo de un mercado mundial dinámico

MINERALES INDUSTRIALES

Por: G.M. Clarke
Editor Industrials Minerals U.K. Gran Bretaña



Un privilegio constituye haber sido invitado para hacer uso de la palabra en este seminario sobre "La Minería no metálica", en Santiago de Chile. Es mi primera visita a Chile y, en realidad, mi primera visita al continente sudamericano y espero aprender mucho acerca de las industrias mineras del país.

El presente seminario es una ocasión muy propicia y me permito manifestar que me siento muy modesto comparado con el grupo de tan distinguidas y versadas personalidades que han inaugurado esta reunión y que seguirán a mi presentación.

Antes de proseguir, estimo apropiado hacer un paréntesis con un perfil de las industrias de minerales industriales de Chile. La posesión privilegiada y única de Chile como exportador de minerales de nitrato, actividad en la que ha incursionado más de un siglo y la cual ha provisto importantes cantidades de fondos para el país, fue desplazada como fuente de nitrógeno tradicional para la fabricación del ácido nítrico por medio del procedimiento sintético "Haber", su efecto fue devastador económicamente y acentúa la exigencia de la diversificación industrial.

La empresa Soquimich es reconocida mundialmente como productora y exportadora de sales de nitrato; yodo, actualmente escaso y que goza de niveles de precios elevados, y sulfato de sodio.

Los salares de los Andes han dado lugar recientemente a titulares, en lo que se hace referencia a dos importantes proyectos en el Norte de Chile, aunque siempre ha existido en el país dentro de una escala pequeña, la explotación de ellos en forma esporádica, especialmente de minerales de boro.

Actualmente, negocios y prospectos de empresas en participación, entre compañías chilenas y de los Estados Unidos, se han llevado a cabo para explorar y explotar estos salares de boro y litio, todo esto como consecuencia del clima positivo que existe sobre la inversión del capital extranjero en el país. La importancia de Soquimich y de la

Sociedad Chilena del Litio, como empresa en participación o colectiva con respecto a las exportaciones, es importante si se piensa que el 94% del valor de todas las exportaciones de mineral no metálico en el año 1987, ascendieron aproximadamente a US\$ 130.000.000.

Entre los demás minerales de exportación importantes, la sal continúa siendo volumétricamente esencial, mientras que la baritina tuvo una fuerte reducción en 1987, a pesar que estimo que esta situación tiende a revertirse. Por otra parte, siempre ha sido un barómetro para palpar la estabilidad económica chilena la industria del cemento. Esta industria en 1987 ha logrado un aumento sostenido en la producción con 1.5 millones de toneladas, de las que un pequeño volumen se ha exportado.

El azufre y el ácido sulfúrico, particularmente el ácido como subproducto, están en permanente incremento en el país, por lo que la producción de azufre parece estar inhibida por la excesiva disponibilidad de ácido sulfúrico y los aspectos económicos prevaletentes dentro del mercado mundial del azufre. Sin embargo, el reciente elevado precio del azufre ha despertado el interés de los inversionistas extranjeros y el país parecería estar decidido a instalar, en el largo plazo, una industria de azufre destinada a la exportación.

Asimismo, las producciones de cuarzo, yeso y caolín son de cierta importancia, junto con pequeños tonelajes de diatomita, tierra o arcilla de Batán; óxido de hierro, apatita, talco y feldespato.

Sólo recientemente se ha tenido noticias de la existencia de montmorillonita de calidad especial en el norte del país.

Aparte de todo lo anterior, recalca la naturaleza dinámica del progreso existente en Chile en este variado sector de la industria extractiva.

Este breve enfoque general muestra que Chile no es un recién llegado y ciertamente, en consecuencia, ningún inexperto en cuanto a la enorme importancia que posee el sector de los minerales indus-

triales en la industria extractiva, aun cuando su desarrollo se ve empujado por las producciones metálicas de cobre, hierro, oro y plata.

LOS MINERALES INDUSTRIALES

Como un prerequisite necesario para la exploración de la compleja red de los factores interactuantes, detengámonos unos instantes para considerar exactamente lo que significa el término "minerales industriales". En su más amplio sentido, se entiende como minerales industriales aquellos minerales de carácter natural que son explotados por algún propósito e incluyen materiales destinados a edificar, mantener el calor, proveer alimentos, permitir el transporte, facilitar la comunicación, etc.

Estos satisfacen la demanda desde las básicas necesidades de la vida hasta algunos productos de consumo altamente sofisticados. La aceptación de la clasificación de un sector de los minerales en combustibles y de otros dentro de la clasificación de minerales, deja un enorme sector de características distintas, los que se han dado en denominar como "minerales industriales".

La siguiente es mi personal definición:

"Los minerales industriales son aquellos minerales, y sus análogos sintéticos, que son explotados por sus valores físicos y/o químicos, pero que son usados para la extracción de un valor metálico o combustible".

Los minerales industriales dependen de la plaza de mercado y del mundo mercantil. Aunque es necesario definir antes que las versiones sintéticas de cualquier mineral son un producto de laboratorio químico.

Hay muchas instancias en donde el mercado debe necesariamente escoger, entre la forma sintética y la natural, como por ejemplo, la ceniza de soda; carbonato de calcio y los minerales de nitrato. Por otra parte, hay minerales que quedan en la frontera del mineral industrial/mineral/metal que, sin entrar a cla-

sificarlo, el mineral podría ser explotado por su contenido indistintamente de metal, o alguna otra propiedad, como por ejemplo: Minerales de litio para el litio o cerámica, vidrio y productos químicos; bauxita para el aluminio o refractarios; abrasivos, cementos y productos químicos; minerales de titanio, para el titanio o pigmento color blanco y varillas soldadoras o fundentes; y así sucesivamente, para la magnesita; mineral de hierro; la estibinita (antimonio gris), el circon, tierras raras, dolomita; mineral de manganeso, cromita y otros.

Algunos opinan que esta situación forma parte de la clasificación de los minerales no metálicos, la cual es subdividida para dar lugar a las materias primas minerales industriales y de la construcción.

MATERIAS PRIMAS PARA LA CONSTRUCCION

El título centra la atención en

los materiales, tales como la arena y la grava (ripió), agregados chancados o triturados; las arcillas para los ladrillos y las tejas; los materiales para la materia prima del cemento, etc. Esta es una clasificación útil que reconoce algunas diferencias básicas entre el mercado de la industria de la construcción y los mercados de minerales industriales. Sin embargo, debe reconocerse que la industria de la construcción representa un mercado amplio para los materiales en bruto o materia prima de la construcción y los materiales industriales, muchos de los cuales se emplean en la construcción de materiales para edificación, como por ejemplo, arena de sílice para el vidrio.

La mayoría de las personas involucradas en el negocio de la explotación y utilización de estos minerales están obviamente conscientes de estas características. No obstante, aquellos que aspiran a estar incorporados en el negocio, pero

que hasta ahora solamente tienen experiencia en los metales y combustibles, frecuentemente carecen de la apreciación completa sobre lo que significa esta diferencia de grupo de minerales, aparte de sus equivalentes. A pesar de que la percepción parece estar cambiando, los minerales industriales son tratados tradicionalmente como minerales de bajo valor que soportan transporte de cortas distancias.

Hoy, el mundo de los minerales industriales cubre un amplio grupo de minerales que, a través de su tratamiento, logran un gran valor agregado, para satisfacer el comercio internacional, a veces a través de grandes distancias, situación que es mirada con mucha atención por compañías ansiosas de diversificar sus negocios en actividades más estables.

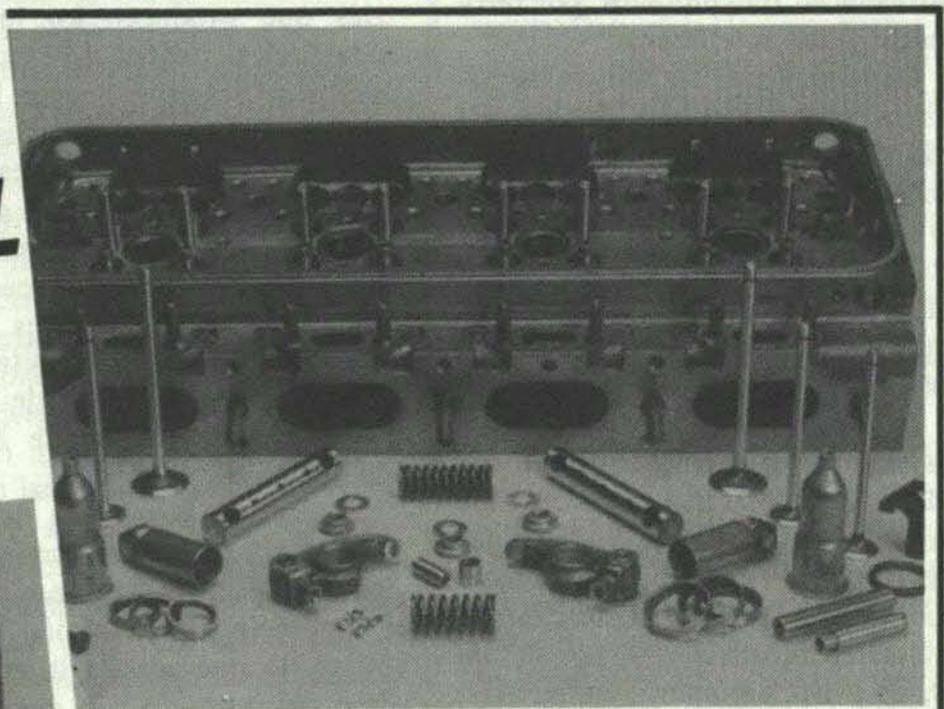
Otra característica de los minerales industriales de los tiempos modernos, es el grado de investigación y desarrollo que se le aplica para

REPUESTOS PARA MOTORES DETROIT DIESEL



Invierta en calidad. Power Components fabrica repuestos especializados para Motores Detroit Diesel, de acuerdo a estándares internacionales de máxima exigencia.

ENTREGA INMEDIATA
IMPORTACION DIRECTA
Series: 53 - 71 - 92 - 149 - 8.2 L



IMPORTADORA
JANSSEN
Y CIA. LTDA.

- SANTIAGO
Agustinas 2356 Fono: 6998021
- ANTOFAGASTA Fono: 222948
- CONCEPCION
Distribuidor: Importadora Diesel
Sur: Fonos 224040 - 227973.

obtener cada vez nuevos productos, nuevas tecnologías y, consecuentemente, nuevos mercados. Puede asimismo expresarse que algunos minerales alcanza el grado de categoría de rareza, debido a que es comercializado en forma restringida por pocos yacimientos o fuentes. Si se acepta —muy arbitrariamente— este término, es considerado como raro aquel mineral en que el 85% o más de la producción mundial se origina sólo de cinco países o menos.

Los ejemplos incluyen el berilo, granate, circón, sienita de nefelina, rutilo, bromo, corindón (óxido de aluminio nativo), vermiculita, cromita, bauxita, yodo, boratos, nitratos, etc. Por otra parte, la demanda del mercado tiene su propio efecto restrictivo acerca de la disponibilidad comercial de algunos de estos minerales atendiendo a la característica y ubicación de su mercado, de ahí que muchos minerales utilizados industrialmente que se ubican lejos de los centros industriales, permanecen inexplorados, por razones de orden económica.

Generalmente, los minerales metálicos se caracterizan por precios más elevados con fluctuaciones que son reflejados por los barómetros de los intercambios, siendo esta situación facilitada por un grado más elevado de normalización y especificación de los mercados de metales.

En contrario, a través de la larga historia de la explotación de los minerales industriales no existe base para el intercambio de mercaderías basado en el mercado internacional que refleje la comercialización de minerales industriales y, por lo tanto, no existe barómetro comercial o de mercado visible para fijar los precios o las disponibilidades de material.

Las razones para esto son múltiples, pero sin duda abarcan la imagen tradicional de que los no metálicos, en oposición a los metálicos, muestran precios unitarios estables y bajos. Una amplia especificación de los productos, una gama amplia y heterogénea de consumidores finales para minerales y un retorno lento de ingresos. El mejor

“Los minerales industriales son aquellos minerales, y sus análogos sintéticos que son explotados por sus valores físicos y/o químicos, pero que son usados para la extracción de un valor metálico o combustible”

ejemplo manejado con éxito, quizás sea el cartel de diamantes operado por DeBeers. No obstante, esa es una historia excepcional.

Es posible que aquellas industrias que producen los minerales industriales deben agradecer que esta poco atractiva imagen les sirva de protección de los vaivenes y especulaciones de los mercados. Se hace presente, eso sí a nivel de empresas, con las numerosas adquisiciones y fusiones en el campo de los minerales industriales en los años recientes, ha permitido esta situación, cierto grado de especulación, independiente de los productos de la industria.

Tomando la extensa definición que afecta a los minerales industriales, existe un espectro muy complejo sobre la especificación del producto, lo que acarrea la segmentación del mercado y la complejidad de la comercialización.

Existen minerales que están caracterizados por mercados bien ordenados donde son bien conocidos los precios. Estos tienen un pequeño número de especificaciones y un alto volumen de comercialización. En este sentido, estos minerales pueden ser clasificados como minerales industriales de conveniencia, como los minerales fosfatados, potasio, azufre, fluorita (espato de flúor), sal, ceniza de soda, y algunos

otros con graduación reconocida internacionalmente, como la bari-tina y bentonita en la perforación de pozos petrolíferos.

Sin embargo, muchos minerales industriales son difíciles de expresarlos como mercaderías, debido a que sus características físicas y químicas varían extensamente de un yacimiento a otro, de modo que inhiben su estandarización. El caolín es uno de los mejores ejemplos. Si se toman las variaciones naturales de capacidad como procesador y/o las condiciones químicas del mineral, se descubren muchos grados de diferenciación en el mismo mineral que podría satisfacer una amplia gama de solicitudes distintas de clientes. En estos términos, la lista de los diferentes productos del mismo mineral puede ser desconcertante.

FACTORES FUNDAMENTALES

Es esencial para comprender el trabajo de las empresas que comercializan los minerales industriales, que éstas tengan premisas o condiciones básicas que presenten las raíces o estructuras de las compañías, lo que les irá permitiendo alcanzar el éxito en este campo.

Estas estructuras son también identificables en algunos de los países jóvenes en desarrollo. Es fundamental para realizar, mantener y aumentar cualquiera de las actividades mineras industriales, tener presente los siguientes tres factores:

- Naturaleza de la materia prima y el producto.

- Localización geográfica de la explotación.

- Beneficio para el consumidor al emplear el producto.

Antes que cualquier proyecto de minerales industriales pueda tener posibilidades de triunfar, se requiere que el mercado sea sometido a una investigación para determinar cuáles son los minerales que tienen demanda, qué distancia de transporte soportan, cuáles son los precios que prevalecen para estos productos y qué ventajas ofrece al mercado ya existente. Así, para cualquier industria, una tentativa exitosa requiere de: Un conocimiento geológico

básico de las rocas y minerales disponibles en la región.

— Experiencia en la transformación de rocas y de los minerales comerciables.

— Un extenso conocimiento de las demandas y tendencias en el espectro de las industrias de utilización de minerales.

Los tres aspectos señalados pueden ser tomados en el orden inverso, ya que el requerimiento del progreso industrial en un país es el que define el mercado en el cual, a su vez, define la necesidad de mineral. El enlace lo representa el segundo ítem que abarca el tratamiento o procesamiento del mineral que depende del primer ítem, o sea, los materiales geológicos útiles identificados por levantamiento de planos regionales, que a su vez se enlazan en el tercer ítem que representan las industrias de fabricación y otorgamiento de servicios.

Si esta condición no puede ser lograda, es posible entonces buscar los productos alternativos o, como último recurso, las necesidades de transportar el material por sobre extensas distancias y quizás importarlo.

La importación de un mineral para una industria en particular no será probablemente contraproducente si se compara con el costo de la importación del producto acabado, a no ser que intangibles entren en el juego, tales como los factores socioeconómicos.

De acuerdo a lo anterior, es conveniente enfatizar el papel importante que le cabe a la geología, la que proporciona una riqueza de conocimiento de los tipos y configuración de las rocas y de los materiales expuestos. Esta lleva a cabo extensos trabajos de inventarios a escala y algunas perforaciones preliminares que permiten justificar las extensiones de los posibles yacimientos o recursos mineros.

Esta clase de labor es valiosa para la industria productora de los minerales industriales que requiere de dirección geológica para conocer mejor dónde buscar un material apropiado.

Junto al inventario de los yaci-

mientos de rocas y minerales del país, es también importante su debida comparación y la oportuna utilización de un mecanismo de difusión de dicha información para los potenciales consumidores.

RENTABILIDAD DEL NEGOCIO

El desarrollo de los minerales industriales es a menudo percibido como una amplia vía de ingresos de retornos de exportaciones, tenemos el ejemplo de países abastecedores de mineral como:

Australia: rutilo, ilmenita, circón, sonacita, diamantes, arena de sílice.

Marruecos: fosfato (espatofluor).

Canadá: asbestos, azufre.

México: grafito, yeso, espatofluor, minerales de litio.

Zimbabue: asbestos, minerales de litio.

China: bauxita, baritas, magnesita, etc.

Polonia: azufre.

India: mica.

Malasia: ilmenita, xenotimo.

Sierra Leona: rutilo.

Chile: minerales de nitratos.

Reino Unido: arcillas.

Sudáfrica: vermiculita, circón, espatofluor.

Grecia: magnesita, piedra pómez, cemento.

España: sepiolita, magnesita.

El riesgo de establecer una producción mineral industrial sobre la base de las exportaciones, de acuerdo a lo expresado, son obvias y probablemente es más elevado hoy que en cualquier otro tiempo. Los mercados de exportación son en especial vulnerables a los cambios económicos en el corto plazo, tales como fluctuaciones de la tasa de intercambio o tipos de cambio en la conversión de moneda extranjera.

Muchos de los países citados más arriba son proveedores tradicionales de minerales durante largo tiempo hacia países en desarrollo, a pesar de que en éstos, los materiales locales son fáciles de disponer y, en otros casos, son insuficientes o simplemente no existen. Otros aportan patrones que sirven en el largo plazo, tales como las arcillas del

suroeste de Inglaterra, que ha soportado la evolución industrial por varias centurias, lo que ha permitido su continuo refinamiento en grados de calidad, llegando finalmente a ser tomados como base de normas, por las cuales los recursos o yacimientos deben ser comparados. Este tipo de situación lleva hacia un mercado de exportación complejo lo cual, a largo plazo, se transforma en vulnerable a la competencia por parte de otras alternativas más convenientes.

PRODUCCIONES NACIONALES

Sin embargo, muchos de los minerales industriales requeridos para el desarrollo industrial de origen nacional destinado a la construcción, el vidrio, la cerámica, relleños, etc., se encuentran completamente disponibles dentro de distancias comparativamente cortas desde el punto de vista de consumo.

Inclúyense, entre estos minerales, las arcillas comunes y las arcillas esquistosas, para los productos de arcilla estructurales; la caliza y la pizarra para la fabricación de cemento; las gravas y las rocas para agregados; el yeso para una variedad de productos de edificación; arenas de sílice de alta calidad para la fabricación del vidrio y el moldeado de fundición, etc.

El comercio internacional, en relación a estos productos, está en extremo limitado debido a sus bajos valores unitarios predominantes y el alto volumen requerido, aunque sí existen excepciones como es el caso del cemento, arenas de sílice y el yeso en algunas regiones del mundo. Posiblemente, con la excepción del anhelo de Japón por el comercio del mineral en la periferia del Pacífico en el Lejano Oriente, las oportunidades de exportación de una manera general para estas clases de productos minerales de bajo valor sobre cualquiera extensa distancia son oportunidades de carácter puntual. Tal fue el caso cuando la sal exportada de oeste de Australia fue realizada en desmedro de los proveedores habituales mexicanos, en el invierno de 1986, al producirse una severa escasez de este pro-

ducto para su utilización como des- congelante.

Se puede considerar que la industria de los minerales industriales es una parte integral del desarrollo y progreso de la vida económica de un país, sea ésta una economía en desarrollo o plenamente desarrollada. Es una cuestión de desarrollo industrial. En casi todos los países industrializados y plenamente desarrollados el valor de los no metálicos es mucho mayor que el de los metálicos.

Existe una estrecha relación entre las exportaciones y la comercialización de los productos en el mercado nacional. Ambos significan el desarrollo o progreso de la economía, por lo que, a medida que se desarrolla la exportación de minerales, muy bien se puede descubrir mercados locales para su venta que de otro modo no hubiese sido posible, ya que el mercado interno por sí mismo no podría soportar inicialmente una unidad con capacidad operable.

A la inversa, un mineral solamente utilizado para propósitos locales puede eventualmente encontrar mercados externos, lo cual contribuye al efectivo desarrollo regional y nacional en el largo plazo. Igualmente, los productos fabricados de dichos minerales locales pueden gradualmente encontrar su vía dentro del comercio internacional.

Un buen ejemplo es el caso de los artículos de cerámica provenientes de Sri Lanka, la cual es fabricada con minerales nacionales en una industria que se ha desarrollado desde niveles muy bajos.

La demanda, en el largo plazo, de los minerales industriales en cualquier país está regida por tendencias sociales y económicas, tales como el crecimiento de la población y el ingreso, el desarrollo educacional, el costo de la energía y la disponibilidad de recursos económicos.

TECNOLOGIA A TRAVES DEL TRATAMIENTO PARA AGREGAR VALOR

Existió en un momento la opinión que el negocio de los minerales



no metálicos era solamente excavarlo, cargarlo y embarcarlo directamente a destino. A medida que el negocio de los minerales en el mundo ha sido enfocado basándose en las oportunidades percibidas en el sector de los minerales industriales, los compradores de éstos se han puesto más perspicaces, esta visión simplista desapareció.

La necesidad de mejorar la calidad de los minerales es, obviamente, una condición para satisfacer los requerimientos del cliente, suministrándole un producto técnicamente aceptable que le permita que el proceso fabril se realice en forma perfecta y eficiente. En ciertos lugares del mundo, donde existe competencia entre los yacimientos de minerales o se encuentra disponible un sustituto posible, la calidad técnica debe lograrse a un precio razonable y competitivo.

La calidad técnica puede ser resultado de la explotación de un yacimiento de mejor calidad o de la aplicación de técnicas de tratamiento de proceso. Es así como los grados de clasificación y las especificaciones han logrado evolucionar y se han perfeccionado a través de los años en las naciones industrializadas.

En otras partes del mundo en donde se encuentran en desarrollo las economías, el progreso en la calidad de los minerales no metálicos y su transformación en productos usables, deberán proporcionar los medios para mejorar la

calidad de vida, desarrollar infraestructuras, la fabricación de productos y el comercio. Donde la fabricación de productos se ha desarrollado en alguna extensión sobre las bases de los materiales importados, la mejoría se refleja en los costos y en el incremento del empleo. Es importante evitar tener una confianza continuada en los materiales importados, los que con precios fijados muy altos y con un alto grado de especificación pueden inhibir el potencial de desarrollo de recursos locales que, en reemplazo, pueden suministrar materiales que otorguen rendimientos similares.

Comprensiblemente, un fabricante podrá desear emplear las mejores materias primas, pero debe recordársele que en el mundo industrializado los productos minerales de especificaciones más elevadas han evolucionado dentro de la plaza del mercado competitivo, junto con la evolución de la tecnología de la fabricación.

En tempranas etapas del desarrollo industrial de una sociedad de consumo más joven y menos desarrollada, la oportunidad de utilizar las materias primas nacionales, aún si éstas son de una calidad más baja, debe ser entendido como conveniente.

El desarrollo puede ser acelerado por medio de la capacidad del país de exportar, lo que le permitirá efectuar inversiones para mejorar el tratamiento y proceso del mineral, incrementando la base del mineral utilizable y diversificando la industria manufacturera local, a la par con el desarrollo de capacitación y la oportunidad de poder comerciar con el resto de los países.

Para las operaciones productoras de minerales industriales ya establecidas, la vinculación con los clientes puede dar la oportunidad de diversificar un rango del producto y el discernimiento perceptivo del mercado pueden señalar el potencial para abastecer a sectores industriales completamente diferentes. Esto es especialmente cierto en los minerales de reemplazo, donde la oportunidad de comercialización son diversas como en las industrias de la pintura, papel, plásticos, cau-

cho y otras. La introducción de ciertos minerales altamente especificados y modificados para estas industrias se reflejan en una apreciable diferencia de precios, si tomamos por ejemplo el carbonato de calcio, éste muestra una de las más amplias variaciones de precio, comenzando por el extraído de la misma mina.

El agregado de la piedra caliza sencilla puede tener un precio fijado ex-fábrica no mayor de US\$ 3.00 por tonelada; material pulverizado - 325 mallas, alrededor de US\$ 35.00 por tonelada; carbonato de calcio de alta calidad en forma de lechada (agregado sin cribar consolidado por agua) se vende aproximadamente en US\$ 167 la tonelada, grados mayores exigen US\$ 270 por tonelada y el carbonato de calcio precipitado ensacado está en el rango de los US\$ 370 - 430 por tonelada.

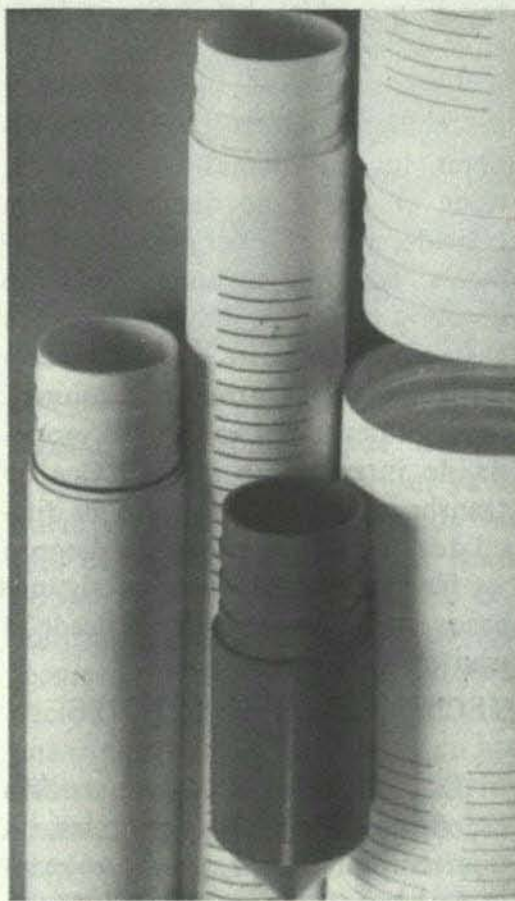
Tales diferencias entre los precios, se da también en minerales menos comunes, como el talco y el caolín con precios iniciales bajos pero igualmente dependientes de un grado de tratamiento a que han sido sometidos: la forma de entrega, el volumen y la regularidad del embarque deciden su escala de precios.

Es común que sea requerido algún grado de preparación del mineral y que pueda ser esta preparación una compleja serie de operaciones que comprendan:

- La separación del mineral.
- El tratamiento.
- La fabricación del producto.

Dependiendo del requerimiento del mineral y del mercado, cualquiera de los dos primeros elementos, la separación o el tratamiento, puede ser llevado a cabo en forma directa. El tercer elemento, la fabricación del producto, puede ser una característica de alguna industria de un particular mineral industrial, donde el producto manufacturado, muy a menudo, es una parte integral del proceso. Muy frecuentemente, la línea entre el procesamiento de los minerales industriales y la fabricación, puede ser diversa para nuestros propósitos; la línea se inicia donde comienza el cambio del mineral.

La ruptura de los enlaces o grados de afinidad química en un mineral para producir productos distintos, provee un límite independiente de los productos, al ser éstos tratados por calor, calcina o expansión, y eliminar elementos químicos volátiles de la estructura del cristal, situación que no impide reconocerlos como que permanecen dentro del dominio de los minerales industriales.



En cuanto a lo que concierne al mercado de minerales, el destino de venta de un producto mineral en el mercado también necesita ser considerado. El yeso crudo o en bruto puede ser vendido a un fabricante de paneles quien, en un instante determinado, puede reemplazar la compra, iniciando su propia operación extractiva.

1. Separación del mineral: Propiedad en la cual los minerales entremezclados que difieren en tipo y grado, son separados mediante una reacción diferencial bajo la influencia de alguna fuerza externa.

2. Tratamiento del mineral: Es el procesamiento de los minerales industriales, donde probablemente existe la mejor oportunidad para el productor primario para agregar valor al producto.

3. Fabricación del producto: Se refiere a la preparación de produc-

tos donde las características del mineral son retenidas en el producto final, por ejemplo, los ladrillos, tuberías y tejas, bienes refractarios, tableros de yeso.

Característica del producto: Son aquellas etapas finales de la preparación del mineral para su despacho a cliente y que alteran materialmente las propiedades del producto, por ejemplo, la deshidratación y el secado, el ensacado, la conversión en pellets, etc.

Así, el término "valor agregado" depende principalmente de las operaciones a que es sometido el mineral, de acuerdo a su requerimiento comercial. No obstante, el agregar valor a través del tratamiento del mineral es el mecanismo que asegura todas las posibles vías de ventas para un mineral. A continuación damos algunos ejemplos, como el talco, que frecuentemente contiene otros componentes o impurezas minerales, puede servir a muchas industrias, dándose el caso en que un solo depósito podría rendir distintos grados de calidad y volúmenes para su aplicación en los plásticos, papel, pintura, como antiaglutinante en los pesticidas y materias alimenticias de los animales, los polvos para cosmética, suficientemente puros y así sucesivamente.

La baritina posee otros usos además de aquellos indicados como en la perforación de pozos de petróleo. La baritina de baja ley es empleada en las aplicaciones de un añadido denso en la protección nuclear. Las formas más puras de la baritina sirven como pigmentos.

El mercado para la utilización de la baritina en el vidrio de la televisión en blanco y negro fue consecuencia de la necesidad de obtener un vidrio más eficiente, que proteja la radiación emitida por los receptores de televisión, en color, producto que ha logrado una gran demanda en las últimas décadas.

MERCADOS LIBRES - LA FUERZA PREDOMINANTE

A lo largo de todo lo que ha sido discutido, se puede afirmar que la plaza del mercado industrial y del consumidor es el factor predomi-

nante que rige el éxito de las operaciones de los minerales industriales. En algunas ocasiones el mercado puede ser capaz de dirigir, pero solamente si la oportunidad escogida es la correcta para el cambio.

Cualquiera organización establecida en el negocio del suministro de un producto mineral industrial, debe tener como objetivo el obtener un tipo de mineral deseable en una ubicación ventajosa, de modo que éste pueda ser transportado a un cliente que lo solicite, cuando sea necesario, y al mejor precio de mercado. Esta antigua máxima nos retorna a los tres principios básicos presentados anteriormente, los que son esenciales para una explotación exitosa de los minerales industriales, la naturaleza de la materia prima y del producto, la localización geográfica de la operación y el beneficio para el consumidor a través del producto.

Materia prima: Las características del mineral, dada su geología y mineralogía, definen la explotación minera de un yacimiento. La estructura geológica del depósito dicta el método para efectuar los trabajos de explotación de la mina, ya sea subterránea, a cielo abierto, etc.

La investigación mineralógica detallada provee la información en cuanto a qué clase de productos es factible que sean producidos empleando los diversos métodos de procesamiento y preparación del mineral. Una combinación de la experiencia mineralógica con las prácticas en el procesamiento y la perspicacia comercial, determinarán si un depósito debiera o no ser explotado.

LOCALIZACION GEOGRAFICA

Esto concierne el hecho obvio que aún si el yacimiento del mineral industrial es de primera calidad, pero está ubicado a considerable distancia del poder consumidor, éste no puede competir con otras abastecedores existentes y mejor ubicados que le impiden el mercado, debido a los elevados costos de transporte. Dichos gastos de transporte, sean éstos efectuados por

camino, ferrocarril, vía fluvial o marítima, normalmente comprenden una proporción significativa de los costos en la entrega final del mineral y como tal, dentro de la investigación detallada, forma parte integral de cualquier estudio de mercado.

La complicación adicional es que una gran cantidad de las aplicaciones del mineral puedan ser capaces de ser satisfechas por diversas fuentes, lo que es importante considerar en el estudio de transporte.

El intercambio como una forma del comercio internacional para superar los problemas de moneda, tiene el efecto de distorsionar las consideraciones económicas normales que tenga un mineral de llegar al mercado, debido a que los gastos de transporte o flete pueden ser fijados en forma discrecional, independiente del valor de la moneda de intercambio. La práctica de transbordo en el transporte es difícil de cuantificar porque no siempre es fácil identificar, pero en algunos casos puede ser importante desde el punto de vista económico.

TECNOLOGIA DEL CLIENTE

Es fundamental y de sentido común realizar en los minerales, en una temprana etapa, pruebas a escala de laboratorio, a escala piloto, en cualquier proyecto de minerales industriales, a fin de asegurarse que el producto final sea verdaderamente comercializable. Una muestra de la falta de evaluación queda demostrado en el ejemplo siguiente: En una ocasión se tomó una decisión para desarrollar faenas destinadas a la industria del cemento en calizas en las cuales solamente existía un puñado de agujeros perforados que alcanzaban una profundidad de 20 pies. Posteriormente se descubrió que a los 21 pies, la roca no era aceptable para los fines pretendidos porque existían importantes niveles de sílice incorporados.

Un cliente debe ser convencido de lo que se le está proponiendo es un mejor negocio que él ha logrado.

Se requerirá seguridad acerca de la consistencia del producto y la confiabilidad en la entrega. Por sobre todo, un cliente deseará perci-

bir la "eficiencia" en el costo, al aceptar un producto nuevo. Esto no significa que un producto mineral alternativo tenga que ser fijado a un precio más bajo, aunque sí es una consideración posible. Puede ser el caso que un producto nuevo pueda permitir a un productor de arena de vidrio, por ejemplo, hacer uso de más vidrio de desecho reciclado en la hornada; reducir la cantidad de descoloradores caros en el proceso de fabricación, o reducir los períodos de calentamiento con ahorro de energía.

Cualquiera que sea la ventaja económica ésta tiene que ser medida, solamente entonces el mineral alcanzará su verdadero precio en el cual se incluye un margen razonable de utilidad como premio por el esfuerzo en el desarrollo del mineral.

Resumiendo, la esfera de influencia geográfica de una operación minera industrial debe ser determinada antes que comience a interferir en otro territorio del mismo mineral. Muchos de los análisis de mercado de los minerales industriales dan bastante importancia sobre la determinación de dichos territorios en un momento dado. La apreciación final es que todas estas situaciones evolucionan a través del tiempo y tal análisis podría bien anular un estudio dentro de sólo un breve período de tiempo.

Las personas mejor informadas son aquellas que forman parte de las compañías de minerales industriales que han logrado éxito y que han podido evolucionar y diversificarse a través del tiempo para establecer sus posiciones de liderazgo sobre una base internacional de estrecha colaboración y comprensión con las necesidades de sus clientes.

La interacción, entre los cuadros técnicos y la disponibilidad de minerales locales, es fundamental en las necesidades de equilibrio que debe ser alcanzado por la necesidad técnica, la calidad adecuada y la justificación económica. Las ventajas obvias de emplear la materia prima disponible localmente, puede pesar o exceder en importancia a cualquiera de los inconvenientes

écnicos. En realidad, las ventajas de utilizar el material producido localmente, puede estimular el desarrollo de la tecnología para el empleo de estos materiales.

La industria del papel finlandés, al emplear el talco como relleno y material de recubrimiento, en vez de usar caolín, refleja la carencia de caolín apropiado en dicho país. El crecimiento de la clasificación por volumen alcalino, en la fabricación de papel, ha incrementado la utilización de carbonato de calcio en Europa, en combinación y a costa del caolín. Esta práctica ahora ha sido introducida en los Estados Unidos mediante la instalación de plantas de carbonato de calcio precipitados, ubicadas en las fábricas manufactureras de papel, producto de la insuficiencia de material natural local y de las disponibilidades limitadas de caolín de buena calidad en el sur del país.

RESTRICCIONES SOBRE LOS MERCADOS

Condiciones externas de mercados completamente libres son por muchas razones, muy escasos. Las tasas de impuestos y consideraciones para la entrada de una actividad progresista en un mercado dinámico, son factores variables que se deben considerar con estructuras dentro de las cuales los negocios operan. Naturalmente, éstas varían extensamente de un país a otro y abarcan intereses sociales, ambientales y económicos, todos los cuales se encuentran dentro de las políticas que los gobiernos que imponen y que juegan un papel importante en el establecimiento de las reglas para los inversionistas.

Dentro de una nota más positiva, los gobiernos pueden promover incentivos para el desarrollo de las industrias basadas en estos minerales como un estímulo para la creación de empleos. Tales incentivos pueden radicarse en la forma de conceder los financiamientos; un régimen impositivo favorable, y la capacidad para retornar los ingresos percibidos.

Dependiendo del grado de sofisticación de una sociedad en un país



y el régimen prevaleciente en la legislación minera, puede no ser aceptable el desarrollo de un yacimiento en la ubicación donde ha sido descubierto, sin importar cuán óptimo sea el recurso mineral encontrado. La esterilización de los recursos ubicados en los parques nacionales, áreas urbanas, etc., es una preocupación importante en los países pequeños altamente desarrollados, con altas densidades de población, lo que implica una competencia seria sobre el uso de la tierra.

Mucha de la legislación de planificación del medio ambiente aborda otros aspectos necesarios tener presente como la legislación de control de la polución, por ejemplo: en el Reino Unido se legisla sobre la desulfuración de los gases de la combustión, situación que requiere del uso de piedra caliza como degradante del ácido con lo que se genera yeso al que es necesario encontrar una salida de mercado o su utilización en algún procedimiento. Otro problema sobre el control de la contaminación de actualidad —bastante publicitada— se refiere a la disminución del ozono que ha sido identificada en los niveles superiores de la atmósfera de la tierra, lo que se atribuye, en gran medida, al efecto destructivo del cloro contenido en el fluorocarburo de cloro liberado durante la aplicación industrial.

Otro problema relacionado con el control de la polución ambiental está conectado con la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, ha preocupado la larga exposición de trabajadores a elevados niveles de polvo de asbesto. Este punto es demasiado complejo como problema para analizarlo en este documento, pero puedo señalar que en revistas de minerales industriales se ha discutido suficientemente, en especial, los minerales ya señalados y sobre otros sectores de minerales y, en particular, sobre el talco.

Una de las legislaciones más progresivas en esta materia es la de Estados Unidos, que incluso trata en forma amplia los confirmados temores de la exposición de diferentes tipos de polvos que contienen talco (talcos de tremolita, en especial), los que están ahora amenazando expandirse por Europa Occidental.

El control de la contaminación es un gasto extra que debe cuantificarse financieramente en muchos países, a medida que las personas perciban un aumento en la calidad de vida.



LA CALIDAD ES NUESTRO MEJOR PRODUCTO

Explotación Minera
y Servicios
a la Minería desde 1977

 **CARDOEN**

OFICINAS GENERALES:

Providencia 2237 6° piso
Fonos: 2321081/2321082/2515884
Telex: 340549 EXCAR CK
241376 EXCAR CL
Fax: 2325828
Santiago - Chile



CIPA Ltda.

- SERVICIO CONFIABLE
- SERVICIO EN TERRENO



PARA ARRIENDO

GRUPOS ELECTROGENOS: Desde 15 KVA a 500 KVA
Caterpillar y Dale. Móviles y Estacionarios
COMPRESORES DE AIRE Y ROMPEPAVIMENTOS:
Desde 185 a 375 PCM Ingersoll Rand
SOLDADORAS LINCOLN: Motosoldadoras y
eléctricas
GRUA BHL: Lima de 32 tons., pluma estructural,
s/camión
GRUA AUSTIN WESTERN: 6 toneladas, hidráulica
GRUA CATERPILLAR: Horquilla 6 tons.
Romero 2928 Fonos: 94573-91812 Casilla 2651
Telex: 346009 CIPA CK STGO.

REACTIVOS DE FLOTACION PARA LA MINERIA

COLECTORES:

SF - 113

- Xantato Isopropilico de Sodio

SF - 114

- Xantato Isobutilico de Sodio

SF - 203

- Dialquil Xantoformiato

SF - 323

- Isopropil Etil Tionocarbamato

ESPUMANTE

MIBC

- Metil Isobutil Carbinol

Reactivos Fabricados por:

Reactivos de Flotación S.A.

Empresa filial de Shell Chile S.A.C. e.l.



Oficina Matriz:

Av. Providencia 1979 Tel.: 2317085 - Santiago
Planta Shellflot
Calle Iquique 5830 Tel.: 224171 - Antofagasta.



**Confiable
y la más alta
tecnología en
explosivos industriales**



Monseñor Sótero Sanz 182 Teléfono 2319764
Télex 341004 IRECO CK Santiago, Chile



Una larga tradición proyectada al futuro

Sociedad Química y Minera de Chile S.A.

El apogeo del Salitre ocupa algunas de las más hermosas y notables páginas de la historia de nuestra patria. Historia hecha de esfuerzos y tesón del hombre por obtener del desierto el caliche, material rico en nitratos y de gran demanda en la agricultura de la época.

Nosotros, herederos de esta historia, hemos sabido transformarla, proyectando a SOQUIMICH como una empresa líder a nivel nacional en minería no metálica.

Hoy día, fruto del avance tecnológico y mediante una estrategia de diversificación de productos, SOQUIMICH es la empresa chilena con mayor presencia mundial, y satisface las más variadas necesidades del hombre contemporáneo en materias tales como agricultura, industria o medicina.

Así nuestra Empresa se proyecta hacia el futuro, investigando nueva tecnología, haciéndose presente en los diversos mercados mundiales, desarrollando productos, y escudriñando las necesidades del hombre del mañana.





Favorito en la carretera.

Con un PEGASO, usted siempre juega a ganador.

Basta saber que la mayoría de los camiones pesados en Chile, llevan este símbolo.

¿La razón de esto?

Muy simple: PEGASO es una marca que está siempre funcionando. Por eso, cuando usted compra un PEGASO está asegurando también servicio técnico y la mayor

cobertura de repuestos originales a nivel nacional.

No se extrañe si la mayoría de los dueños de camiones apuestan a PEGASO. Ellos saben muy bien que en la carretera, PEGASO bate todas las marcas.



Siempre funcionando.

PEGASO
lubricado con
Shell Rimula X 15W/40 

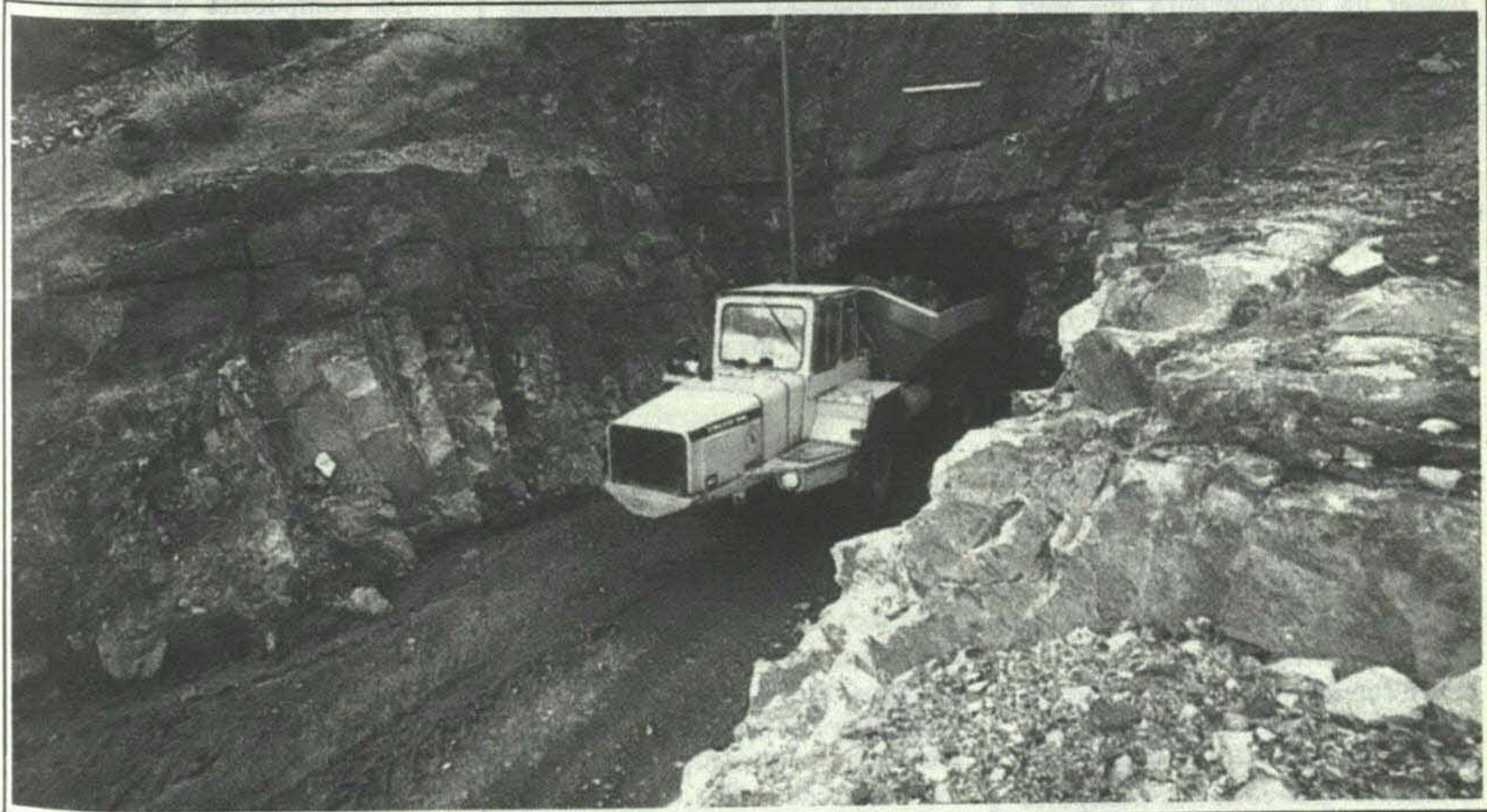
RED DE DISTRIBUIDORES PEGASO: **Anica:** FOCACCI E HIJOS LTDA. San Martín 699. Fono: 31140 • **Iquique:** MIGUEL PARIS LTDA. Of. Mapocho Soto 44 B. Fono: 23662 • **Catama:** RAUL RAMIREZ C. Lircoyán 2037. Fono: 211648 • **Antofagasta:** AUTOMOTORA HERRERA Y GAJARDO LTDA. Baquedano 363. Fono: 251702 • **CODIMAR LTDA.** Mapu 363. Fono: 223708 • **Copiapó:** SAI I HOCHSCHILD. Chacabuco 1102. Kennedy. Fono: 23119 • **La Serena:** SOCIEDAD T • **C.L.TDA.** Balmaceda 2645. Fono: 212613 • **Valparaiso:** COMVEG S.A. Avda. Argentina 850. Fono: 212680 • **San Antonio:** COMVEG S.A. 3 Norte 270. Fono: 33541 • **Santiago:** ARCAM LTDA. Fanco Velasco 8. Fono: 711197 • **AUTOMOTRIZ CURIFOR S.A.** Diez de Julio 1485. Fono: 6965135 • **DISCHA LTDA.** Gran Avenida 5963. Fono: 5214573 • **ROGUERILES Y CIA. LTDA.** Erasmo Escala 2351. Fono: 90689 • **IMPORTADORA AUTOMOTRIZ GALOP LTDA.** Erasmo Escala 2537. Fono: 96015 • **MIRKO PETRIC L.** Avda. Brasil 511. Fono: 6968772 • **Rancagua:** DISTRIBUIDORA ORIENTE LTDA. Carretera del Cobre 590. Fono: 224339 • **AUTOMOTRIZ MAGNA LTDA.** Longitudinal Sur 425. Fono: 223457 • **Curipalco:** AUTOMOTRIZ CURIFOR S.A. Mercedes 480. Fono: 310507 • **Talca:** AUTOMOTRIZ CURIFOR S.A. 1 Norte 2153. Fono: 33698 • **Constitución:** ISAMAR LTDA. Buñes 653. Fono: 268 • **Chillán:** AUTOMOTRIZ CURIFOR S.A. Libertad 2911. Fono: 223104 • **Concepción:** PEGASO SUR LTDA. Salas 495. Fono: 222262 • **Los Angeles:** PEGASO SUR LTDA. Merceda 505. Fono: 322635 • **Temuco:** PEGASO SUR LTDA. Caupeolcan 418. Fono: 233790 • **SILVA HNOS. LTDA.** Caupeolcan 1507. Fono: 232300

PEGASO CHILE S.A.: Panamericana Norte 4230, Fono: 362721, Santiago. Télex: 340012 y 240761 Santiago.

LEO BURNETT CHILE

MINERALES INDUSTRIALES: SU FUTURO POTENCIAL EN CHILE

Por: Prof. Haydn H. Murray
Departamento de Geología
Universidad de Indiana, Bloomington.



Antes que nada quiero agradecer a los patrocinadores: Sociedad Nacional de Minería, Banco Concepción, Corfo, Soquimich y Pro-Chile por organizar este simposio acerca de un sector tan importante de la industria de minerales: los no metálicos. En estos 25 días he tenido la oportunidad de visitar muchos lugares de su hermoso país y de inspeccionar depósitos, minas y sistemas de procesamiento en el área de los no metálicos.

Agradezco especialmente a Pedro Pavlovic, de CORFO, por su invitación para ayudar en la evaluación del potencial minero industrial en Chile. A Luis Guarachi, de INTEC, por su cooperación al hacer mi visita tan instructiva y educativa; a Aníbal Gajardo, de la Universidad de Chile, cuyo conocimiento especializado en Geología de minerales industriales ha sido de gran ayuda.

Existe un uso alternado de los términos no metálicos y minerales

industriales, pero comparto la opinión de Gerry Clarke, quien en su excelente presentación, indicó tener preferencias por el término minerales industriales. Los minerales industriales son muy importantes para el desarrollo de una moderna sociedad industrializada y son de gran utilidad en diversas industrias, desde fundición de cobre y hierro, fabricación de cemento, perforación de pozos petroleros, fabricación de material cerámico, hasta una com-

pleta gama de productos de consumo.

Para llevar a cabo una localización de minerales industriales específicos es fundamental poseer un entendimiento de la Geología de un área. Ciertos minerales industriales están relacionados con rocas volcánicas, por ejemplo: feldespato y piedra pómez. Otros minerales se asocian con rocas sedimentarias, por ejemplo: piedra caliza, yeso y diatomita; y algunos otros se asocian con rocas metamórficas, como andalucita y talco.

La evaluación de un mineral industrial, en particular, es bastante importante debido a que, en la mayoría de los casos, la presencia de una leve impureza del mineral puede impedir su explotación. El geólogo en minerales industriales debe poseer un conocimiento que vaya más allá del campo de la geología para localizar un depósito en particular; debe estar consciente de las propiedades físicas y químicas que sean importantes, de las técnicas de aprovechamiento y de procesamiento que se pueden aplicar a fin de fabricar un producto aceptable. Además, debe contar con un conocimiento tanto de los problemas de aplicación como de transporte.

El valor de un mineral industrial en especial depende de las propiedades físicas y/o químicas que se requieran en una aplicación en particular. Generalmente, no se traslada a grandes distancias materiales industriales de alto volumen y bajo precio, mientras que ocurre lo contrario con los materiales industriales de bajo volumen y alto precio como por ejemplo los caolines grado recubrimiento. Los costos de transporte son, en muchos casos, superiores al precio FOB del mineral industrial.

En ocasiones, esto constituye una desventaja pero, en otros casos, puede ser una ventaja. Por ejemplo, un depósito nacional marginal de mineral industrial puede verse beneficiado mediante la utilización de técnicas de procesamiento relativamente costosas, ya que aún así el producto podría ser vendido a un precio inferior al del artículo importado.

Desde hace años, las especifica-

ciones para minerales industriales se hacen cada vez más rígidas. Las industrias altamente automatizadas productoras de grandes cantidades de productos exigen materias primas con alto grado de uniformidad. Por lo tanto, los proveedores de minerales industriales se han visto en la necesidad de instituir rigurosos controles de calidad que proporcionen al usuario la seguridad de que los productos que adquiere poseen la misma calidad que tenían el mes pasado y que tendrán en el futuro.

Las técnicas de procesamiento, cada vez más avanzadas, son hoy en día, parte del diagrama de producción de diversos minerales industriales. En la producción de dichos minerales se utilizan algunos procesos industrializados, es decir, separación magnética de intensidad alta, molienda fina, procesos especiales de flotación, además de muchos otros procesos industrializados.

He permanecido en Chile sólo 25 días y sería absurdo considerarme un experto en minerales industriales chilenos, sin embargo, he visto lo suficiente como para hacer algunas recomendaciones.

En primer lugar, he clasificado en tres grupos a los minerales industriales:

a) Los minerales industriales que actualmente están siendo explotados y se están exportando o tienen el potencial para su explotación y exportación.

b) Los minerales industriales que actualmente están siendo explotados para su utilización nacional y no cuentan o cuentan con muy poco potencial para su exportación.

c) Los minerales industriales que actualmente no están siendo explotados pero que, en un futuro, pueden ser explotados con métodos especiales de procesamiento.

A) En Chile existen algunos excepcionales depósitos de minerales no metálicos. Únicos en el mundo son los grandes depósitos de **nitrate**, ubicados en las regiones Primera y Segunda, estos depósitos del tipo caliche son la única fuente comercial de nitratos naturales que están

siendo explotados en el mundo. Hasta aproximadamente 1930, estos nitratos de formación natural eran la fuente de nitrato más importante para fertilizantes y explosivos; a medida que la producción de nitrógeno sintético creció, su importancia declinó. Sin embargo, la producción de estos nitratos naturales está en aumento, su aplicación principal se encuentra en los fertilizantes. En Chile, las reservas de nitrato son considerables; la habilidad de utilizar la evaporación solar para concentrar las soluciones de nitrato más débiles hace que el costo de producción sea relativamente bajo, lo que tendrá un efecto positivo en la posición competitiva, en la exportación futura, de nitratos chilenos a medida que los costos de energía aumenten.

Los compuestos de **yodo** están presentes como constituyente menor en los depósitos de nitrato, el yodo es un subproducto de la producción de nitrato. El mayor productor de yodo es Japón, donde es recuperado de salmueras; Chile es el segundo productor más importante.

Estos dos países son los principales productores de yodo y según aumente la producción de nitratos y mejoren los métodos de recuperación de yodo aumentará la producción de yodo en Chile. Los usos principales del yodo van desde las sustancias químicas para la fotografía, suplementos alimenticios, farmacéuticos hasta desinfectantes, todas industrias de crecimiento, en consecuencia, los mercados para el yodo chileno experimentarán un alza en la próxima década.

Los salares del norte chileno representan un importante recurso de minerales industriales, factibles a recuperar de depósitos de sal y salmueras. A aproximadamente 70 kilómetros de Arica, Quiborax instaló recientemente una planta de procesamiento que utiliza **ulexita** extraída del Salar de Surire para producir ácido bórico. En 1989, esta actividad se extenderá a fin de satisfacer la mayor demanda de ácido bórico.

Los usos principales del **ácido bórico** se pueden apreciar en la elaboración de vidrio, fibras de vidrio, fibras textiles, esmaltes, fertilizantes,

detergentes y en la aislación de celulosa.

Algunos salares, donde se sabe de existencia de ulexita, son los salares de Ascotan, Pintados, Pedernales y Maricunga; este gran recurso de ulexita hará de Chile, un importante productor de ácido bórico.

Una nueva operación en el Salar de Atacama por parte de la Sociedad Chilena del Litio está recuperando litio de salmueras a través de la evaporación solar y luego, traslada la solución de cloruro de litio concentrado a una planta ubicada en La Negra (Antofagasta), donde es procesada y convertida en carbonato de litio para su exportación. La Sociedad Chilena de Litio produce carbonato de litio, cuya producción representa aproximadamente un 25% de la producción mundial, la que alcanza a 60 millones de libras. En el transcurso de este mes (junio, 1988), pondrá en funcionamiento una planta productora de cloruro de potasio.

Otras sales factibles a recuperar de las salmueras del Salar de Atacama son sulfato de potasio, ácido bórico, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio y cloruro de sodio. Actualmente, otra compañía, Minsal, está realizando un importante estudio de factibilidad con el objeto de elaborar estas sales en otra área del Salar de Atacama. Chile será un productor económico de estas importantes sales, debido al bajo costo de extracción y, por ende, puede convertirse en un agente principal en los mercados mundiales.

A pocos kilómetros de Arica, la Sociedad Legal Minera Cóndor extrae y procesa diatomita blanca bastante pura; el depósito parece importante y es relativamente grueso (de 3 a 5 metros). Esta diatomita de alta calidad es un producto mineral industrial importante y con un desarrollo adecuado puede satisfacer mercados chilenos y extranjeros. La diatomita se utiliza principalmente en: filtración, como material de carga y en aislamiento. Se requiere un proceso cuidadoso para preservar la forma y estructura de las partículas del esqueleto biatómico.

En la misma área de la diatomita se encuentra un manto de bentonita

de calcio relativamente grueso y aparentemente importante. Aunque, en la actualidad, sólo una pequeña planta piloto operada por la Sociedad Legal Minera Cóndor produce esta bentonita, podría convertirse en una actividad relevante, además de fabricar productos para varios fines. Los resultados preliminares de estudios de laboratorio indican que puede ser activada con ácido a fin de producir una arcilla de blanqueo para decolorar aceites comestibles, algunos otros de sus usos potenciales son como arcilla de unión para arena de fundición; para peletizar minerales metálicos y alimentos de animales, como absorbentes de aceite y agua, y para sustancias químicas para la agricultura; y si es activada con ceniza de soda o con poliácido de sodio podría ser utilizada en lodos de perforación y como sellador. En el futuro, se debieran realizar estudios y evaluaciones de esta bentonita de calcio; si algunos de estos estudios arroja resultados positivos sería importantísimo para su utilización en Chile y también para su exportación.

Aunque la andalucita (Al_2SiO_5) aún no está siendo explotada, este mineral se encuentra presente en la VII y VIII región; posee un contenido muy elevado de alúmina, entre 55 y 58%, y constituye una importante materia prima de refractarios. La andalucita forma parte del grupo de los silimanita de minerales metamórficos, es decir, andalucita, cianita y silimanita. La producción anual de Sudáfrica supera las 200.000 toneladas por año, convirtiendo a ese país en el productor principal de andalucita; Sudáfrica exporta gran parte de su producción. Si la andalucita chilena prueba ser económicamente recuperable, ya sea de esquistos de roca metamórfica o de lavaderos donde se ha ido acumulando como residuo pesado y grueso de esquistos desgastados y erosionados, podría convertirse en un importante mineral industrial para su utilización en la industria de refractarios en Chile y para su exportación.

B) Las piedras calizas están siendo extraídas con el objeto de utilizarlas en cemento, como agregado

para concreto, como fundente en industrias metalúrgicas y, finalmente, como fuente productora de cal. Las piedras calizas ricas en calcio, 95% o más $CaCO_3$, poseen una disponibilidad limitada o simplemente están ausentes en varias zonas del mundo. Generalmente, el carbonato de calcio grado pigmento es producto de la molienda por inyección de agua o seca de mármol. En Chile, se debiera hacer un estudio de la producción de carbonato de calcio debido a que la demanda por material de carga brillante y blanco aumentará en la industria papelera, es decir, como material de carga, material de recubrimiento y también como material de carga en pinturas, plásticos, gomas, adhesivos u otras aplicaciones.

Por lo general, el granito y el mármol son los materiales con los que se fabrica piedras de ornamentación; aunque para este fin se ha estado utilizando casi toda la variedad de piedras existentes. Chile no cuenta con industrias de piedras de ornamentación, no obstante, internamente se ha estado utilizando varios tipos de piedras en la construcción de casas, iglesias u otros edificios.

La baritina se utiliza principalmente como agente ponderador en fluidos de perforación para perforar pozos petroleros y de gas. La industria química utiliza un porcentaje pequeño de producción de baritina para sustancias químicas de bario y para material de carga. Su propiedad física más importante es su alto peso específico, si se ha de utilizar en fluidos de perforación, su peso específico debiera ser de 4,2 aprox. En el caso de baritina pura, se ha calculado un peso específico de 4,5. En Chile, la producción de baritina es relativamente pequeña y las reservas son limitadas.

Las arcillas comunes que aquí se producen son utilizadas en la industria de cerámicos, de refractarios y de cemento. En cuanto a su utilización en cerámicos, las arcillas deben poseer ciertas propiedades como plasticidad, buen secado, resistencia al calor y color brillante. En el caso de la industria de refractarios, el contenido de alúmina debiera ser

relativamente alto y el contenido de hierro relativamente bajo. Las arcillas que utiliza la industria del cemento son seleccionadas por su contenido de alúmina y sílice. Generalmente, las arcillas que emplean estas industrias son de origen sedimentario aunque en el cemento y en la manufactura de cerámicos blancos se utilizan algunas arcillas hidrotérmicas.

Chile también es productor de arcillas de **caolín**, utilizadas como carga en papel, gomas, pinturas y plásticos. Además, estos caolines pueden emplearse en cerámicos y sanitarios blancos (color blanco o semejante). Si se ha de utilizar como carga debieran tener un brillo igual o superior al 80% y un valor de abrasión relativamente reducido. Si desea evaluar dichas propiedades físicas se puede recurrir a procedimientos de evaluación estándares. El caolín procesado que se utiliza como carga en cerámicos blancos y sanitarios es un caolín primario erosionado por agua; se extrae este caolín de granito alterado en el que el feldespato ha sido completamente transformado en caolinita. En la sexta región, cerca de las ciudades de La Estrella y Litueche, se encuentran las minas y plantas de procesamiento de la Minera Pacífico, instalaciones que actualmente están siendo explotadas por dicha minera. El caolín posee una buena calidad y si se utiliza un procesamiento más avanzado, se podría mejorar considerablemente el brillo del producto.

En la primera región CORFO sometió a evaluación un caolín sedimentario denominado Umirpa, este estudio demostró que el caolín tenía un brillo adecuado y una viscosidad relativamente buena; sería recomendable realizar un nuevo estudio.

El **feldespato** es fabricado como fundente para la industria de cerámicos y de vidrio, este material se extrae de las permatitas en la V y VI región donde es seleccionado a mano y luego transportado a Santiago y Concepción para su posterior utilización.

A partir de arenas cuarzosas presentes en sedimentos de las eras Terciaria y Cuaternaria, y de vetas de cuarzo presentes en pegmatitas

en rocas graníticas se extrae material rico en sílice. Las industrias de vidrio y fundición purifican y hacen uso de arena de sílice.

El **cuarzo** sólido de las pegmatitas se selecciona a mano y se entrega a las industrias de cerámicos e industrias metalúrgicas como material de carga fino. Las minas de donde se extrae arenas cuarzosas están cerca de San Antonio (V región) y de Concepción (VIII región). La calidad de la arena rica en sílice podría ser mejorada mediante la aplicación de técnicas de depuración y flotación. En la misma área donde se explota el feldespato, se trabaja en veta de cuarzo.

Cerca de la ciudad de Concepción (VIII región) se extraen rocas de **talco**, este material se calcina y utiliza en la fabricación de tejas, gracias a que el talco es tremolítico y posee óptimas propiedades cerámicas. El depósito de este material es pequeño pero responde a las necesidades de la industria de tejas y a otras aplicaciones dentro del área metropolitana de Santiago.

La extracción de **yeso** es destinada para la industria del cemento y para tablas de fibra prensada; los depósitos de yeso están ubicados en la Cordillera de los Andes, las reservas de este material son considerables y si se mejoran los caminos para su transporte esta industria podría extenderse significativamente.

A lo largo de todo Chile, es posible encontrar **arenales y ripio**, materiales que son explotados de acuerdo a la necesidad de cada zona. Su utilización principal es como agregado en el concreto y en el asfalto.

C) Se realizó un estudio de los cuatro minerales industriales que no están siendo explotados en Chile y cuya explotación es factible a través de la aplicación de métodos especiales de procesamiento. Estos minerales industriales son: **caolín grado recubrimiento, fosfato, mica y arenas minerales pesadas**.

Con el objeto de recubrir papel se requiere caolines grado recubrimiento para que puedan ser impresos en colores. La demanda de papel revestido ha aumentado, en los últimos 20 años, en una tasa anual de aproximadamente un 5%.

Este caolín debe cumplir rigurosas especificaciones que comprenden brillo, viscosidad, dimensión de partículas y abrasión. Utilizando técnicas de procesamiento conocidas sería posible que Chile fabricara caolín grado recubrimiento. También es posible dividir en láminas gruesas placas de caolín a fin de producir una arcilla de recubrimiento con propiedades ópticas y de impresión bastante especiales. Es de dominio público la existencia de técnicas que pueden mejorar de manera significativa el brillo, estas técnicas incluyen separación magnética de alta intensidad, floculación selectiva, flotación, oxidación y lixiviación, y separación de partículas de acuerdo al tamaño con la ayuda de centrifugas ultraveloces de funcionamiento continuo. Gracias a la separación de partículas de acuerdo al tamaño puede disminuir el índice de abrasión debido a que, por lo general, el cuarzo, contaminante mineral común, ocasiona alta abrasión y se concentra en partículas gruesas.

En la Primera y Segunda región hay presencia de rocas de **fosfato** y también de rocas volcánicas que contienen apatita. Si se emplea los procesos de trituración, pulverización y flotación es posible producir fosfato en forma económica ya sea de rocas volcánicas que contengan apatita o de rocas de fosforita sedimentarias. Esto sería posible debido a que los costos de transporte del fosfato importado es elevado y el alto costo de los procesamientos para la elaboración de las rocas de fosfato chilenas puede balancear los altos costos de transporte del fosfato importado. Además, en Chile, los costos del ácido sulfúrico son muy bajo y este es un elemento clave en la producción de fosfatos de ley alta.

La **mica fina** es uno de los mejores materiales de carga reforzantes para tuberías de plástico; la demanda de mica de partículas finas va en aumento debido a su utilización en: llantas de goma, pinturas, adhesivos, cemento, polvos de moldeo fenólico y tuberías de polietileno; la mica de sercita en esquistas de mica es una fuente óptima de mica fina. Si a partir de esquistas de mica



Planta de Diatomita perteneciente a la Sociedad Minera Cóndor.
Gentileza señor Pedro Pablovic.

“La presencia de una fuerte industria minera nacional no metálica es necesaria a fin de que un país pueda desarrollar una base de fabricación industrial variada”.

químicos, fertilizantes, papel, goma, pinturas y para varias otras industrias. En casi todo tipo de aplicaciones los minerales y piedras industriales cumplen una función importante y no son sólo cargas de bajo costo. En la actualidad, el desarrollo industrial requiere minerales industriales de óptima calidad y precio razonable.

Un factor clave en la explotación de muchos minerales industriales es el diseño de plantas de procesamiento a fin de producir un producto de calidad. Hoy en día, se dispo-

ne de varios métodos nuevos de procesamiento que permiten la explotación de depósitos de calidad marginal. Debido a los altos costos de transporte se hace difícil la importación de minerales industriales ya que, en muchos casos, los costos de transporte exceden el precio F.O.B. Por tanto, de existir un mercado en Chile, el costo de procesamiento sería relativamente alto y aún así el precio estaría por debajo del material importado.

Chile posee excepcionales depósitos de minerales industriales considerando los nitratos; las sales de los Salares entre otros boratos, sulfato de sodio, cloruro de potasio, sulfato de potasio, cloruro de magnesio y sulfato de litio; y diatomita de excelente calidad. Los recursos a ser explotados incluyen bentonita cálcica, andalucita, mica fosfato y tal vez arenas minerales pesadas. Algunas nuevas técnicas de procesamiento pueden subir la ley de los caolines grado carga y quizás puedan producir un caolín grado recubrimiento. Es importante notar que a medida que aumente el sector manufacturero crecerá la demanda de minerales industriales de alta calidad.



se fabrica andalucita, la mica de se-recita sería un valioso subproducto.

Un proceso ampliamente conocido es la extracción de minerales pesados de depósitos de arena de playa y a través de este proceso se podría recuperar provechosamente magnetita, rutilo, ilmenita, monacita y circón. Chile posee más de 4.000 kilómetros de costa, a lo largo de la cual existen varios depósitos de arenas negras; sería importante realizar un estudio de estas áreas para evaluar su contenido mineral pesado y determinar si su valor es lo suficientemente alto para garantizar su explotación. Los típicos diagramas de flujo para el procesamiento de arenas de playa incluyen clasificadores en espiral, separación por tensión alta, separación por gravedad y separación magnética.

EXTRACTO

La presencia de una fuerte industria minera nacional no metálica es necesaria a fin de que un país pueda desarrollar una base de fabricación industrial variada. La gran mayoría de los minerales industriales se utiliza dentro del país, no obstante, algunos de ellos son aptos para la exportación a diversas áreas del mundo. Los minerales industriales son esenciales para la industria de: construcción, cerámicos, plásticos,

“LA INDUSTRIA NO METALICA DE BRASIL Y EL COMERCIO BILATERAL CON CHILE”



Por: Decio Sandoli Casadei
Ingeniero de Minas
Asesor Presidencia de la Cía.
Brasileira de Mineracao, Brasil.

1. SINTESIS

Este texto pretende cumplir los objetivos del "Simposium Internacional de Minería No Metálica" desde el punto de vista específico Brasil-Chile.

De modo que, en el inicio se presenta la situación brasileña en el campo de la minería en general y de la minería no metálica, comparándose su significado y comportamiento en los últimos años, dentro del sector.

Más adelante, se muestra el escenario del comercio bilateral Brasil-Chile para los últimos cinco años, substancia por substancia, cantidades y valores, comparándose también la participación chilena en las importaciones brasileñas.

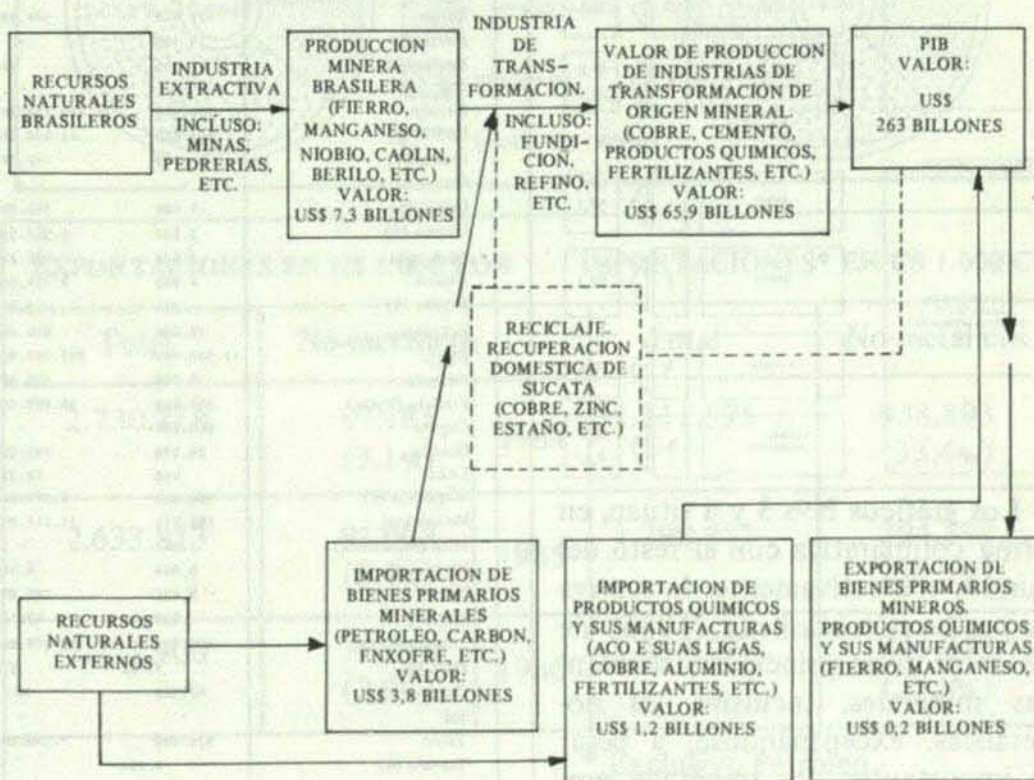
Finalmente, basándose en los datos del capítulo anterior se intentó prever posibilidades de aumento en el comercio Brasil-Chile a partir de las situaciones, comportamientos y tendencias verificadas en los últimos cinco años.

2. LA INDUSTRIA MINERA EN BRASIL

La producción minera brasileña (PMB) en 1986, que es el dato más reciente, alcanzó el valor de US\$ 7,3 mil millones, incluyéndose el petróleo y el gas natural. Este total representó el 2,8% del producto interno bruto y significó también un crecimiento físico de 3% en relación al año anterior.

En virtud de la fuerte contracción de los precios internacionales de riquezas minerales de gran magnitud para la formación del PMB: bauxita, estaño, fierro, petróleo y tungsteno, el valor de la producción experimentó en 1986 una disminución del 35%. La gran magnitud de la minería para la economía nacional se pone en evidencia cuando es evaluado este sector por el valor de la producción de la industria de transformación mineral —como metalurgia, siderurgia, fertilizantes, cemento, petroquímica, entre otros— estimado en US\$ 65,9 mil millones, lo que representa el 25,1% del PIB, como demuestra el Cuadro N° 1.

Cuadro 1
IMPORTANCIA DE LOS MINERALES EN LA ECONOMIA NACIONAL
(1986)*



Fuentes:
- Informe Mineral.
- Anuario Estadístico del IBGE.

* Datos preliminares.



En términos mundiales el Cuadro N° 2 presenta la posición brasileña en la producción mundial en 1986 y la participación de Brasil en el ámbito de las reservas mundiales.

Se verifica que solamente la barita y la magnesita figuran como no metálicos poseedores de reservas de importancia en el escenario

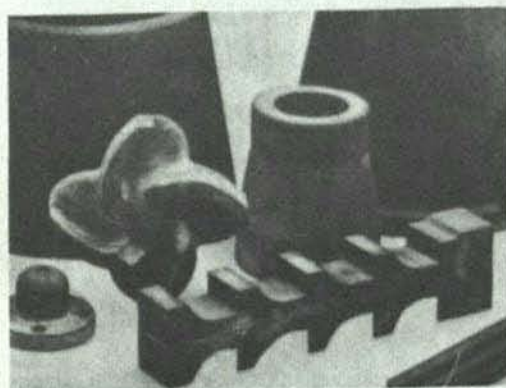
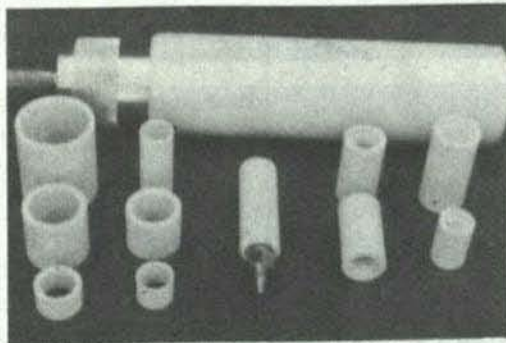
mundial. No obstante, cerca de treinta minerales no metálicos se producen en el país con un significado económico expresivo y que se representan en las industrias del vidrio, cemento, cerámica, refractarios, fertilizantes, abrasivos, construcción civil y química, principalmente.

Cuadro 2
MERCADO INTERNACIONAL DE BIENES MINERALES

MINERAL	POSICION	PARTIC. %
- NIOBIO	1	87,8
- CASITERITA - FIERRO	2	15,3 15,0
- BAUXITA	3	8,3
- MANGANESO - TANTALITA	4	10,2 15,7

MINERAL	POSICION	PARTIC. %
- NIOBIO	1	92,1
- BARITA	2	23,1
- BAUXITA	3	10,8
- FIERRO - MAGNETITA	5	8,4 7,0

Los gráficos Nos 3 y 4 sitúan, en forma comparativa con el resto del mundo, respectivamente, la reserva y la producción brasileñas (1986) de sus respectivas principales sustancias minerales, inclusive las no-metálicas, exceptuándose, a pesar de importantes, los minerales empleados en la construcción civil, o sea, arena, adoquines y arcilla.



Cuadro 3
RESERVAS Y PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES - COMPARACION BRASIL / MUNDO 1986

UNID: 1.000 t

MINERALES	RESERVAS (medidas + indicadas)			PRODUCCION		
	BRASIL	MUNDO	Participación (%)	BRASIL	MUNDO	Participación (%)
Aluminio	2.511.000	23.200.000	10,8	6.544	79.000	8,3
Amianto (1)	3.449	104.000	3,3	204	4.100	5,0
Barita	135.000	584.700	23,1	103	4.409	2,3
Bentonita	14.168	-	-	206	-	-
Berilio (2)	15	902	2,0	0,307	-	-
Cal	-	-	-	4.909	111.321	4,4
Carbón	31.000.000	13.614.000.000	0,2	7.000	3.332.000	0,2
Caolín (3)	1.237.879	13.000.000	9,6	486	19.444	2,5
Plomo (4)	349	142.000	0,2	13	3.400	0,4
Cemento	-	-	-	25.257	1.010.778	3,2
Cobre (4)	11.000	556.000	2,0	40	8.110	0,5
Cromo (5)	3.530	2.967.330	0,1	135	4.385	3,1
Diatomita	2.600	460.228	0,6	24	1.784	1,3
Azufre	4.900	2.734.990	0,2	270	55.270	0,5
Estaño (4)	224	3.844	5,8	26	172	15,3
Feldespatos	15.000	816.000	1,8	93.000	4.353.000	2,1
Fierro	17.600.000	209.200.000	8,4	128.800	857.500	15,0
Fluorita	6.000	349.000	2,0	82	5.725	1,4
Fosfato (P ₂ O ₅)	280.000	36.055.000	0,8	1.578	142.578	1,1
Gipsita	660.384	-	-	705	83.953	0,8
Grafito	25.270	149.600	16,8	34	633	5,3
Litio	415	12.723	3,3	0,098	6	1,46
Magnesita (6)	180.000	2.571.000	7,0	185	3.569	5,2
Manganeso	145.215	11.211.058	1,3	2.400	23.624	10,2
Mica (muscovita)	3.921	-	-	2	259	0,9
Niobio (4)	5.900	6.408	92,1	17	20	87,8
Níquel (4)	5.425	102.085	5,3	21,4	721,9	3,0
Oro (7)	807	47.150	1,7	24,1	1.573,0	1,5
Potasio (K ₂ O)	200.000	17.500.000	1,1	10	27.440	0,0
Plata (4)	0,152	338	0,0	0,064	13	0,5
Cuarzo	47.700	ND	-	151	ND	-
Sal	-	-	-	2.700	172.130	1,6
Talco	174.000	1.349.000	12,9	586	8.335	7,0
Tantalo (4)	0,260	33	0,8	0,033	0,210	15,7
Tierras Raras (9)	388	48.692	0,7	1	41	3,0
Titanio:						
Ilmenita	2.640	413.401	0,5	83	44.553	0,2
Rutilo	75	4.616	1,6	0,5	386,5	0,0
Tungsteno (4)	6	3.520	0,2	0,875	39	2,2
Vermiculita	16.000	181.440	9,0	13	510	2,0
Zinc (4)	3.056	303.056	1,0	158	6.808	2,3
Zirconio	1.028	38.223	2,7	13	728	1,8

- (1) Producción expresada en fibras
- (2) Reservas estimadas en BeO contido. Producción considerada igual a exportación en consumo interno.
- (3) Datos referentes a 1984.
- (4) Datos en Cr₂O₃.
- (5) Unidades expresadas en toneladas. Datos en metal contido.
- (6) Datos en Mg contido.
- (7) Referentes a reservas oficiales de silvinita.
- (8) Datos expresados en óxidos de tierras raras (OTR).

Cuadro 4
PRODUCCION MINERAL BRASILEÑA

Unid: 1.000 t

MINERALES	PRODUCCION BENEFICIADA			Variación Percentual 1986 - 1985
	1984	1985	1986	
Agua Mineral(1)	347.374	432.918	342.477	19,2
Aluminio (bauxita)	6.423	5.846	8.544	14,9
Amianto (fibras)	133	166	204	20,4
Barita	103	124	103	114,3
Bentonita	158	173	171	17,2
Berilio(2)	1	0,307	0,307	1,4
Cal	4.184	4.787	4.909	3,8
Carbón Metallúrgico	1.315	1.396	1.416	6,4
Carbón Energético	8.172	6.753	6.937	1,9
Cadila	486	524	534	17,3
Plomo (en metal contido)	19	17	14	(17,6)
Cemento	19.741	26.412	25.357	28,5
Cobro (en metal contido)	35	41	40	14,3
Cromo (en Cr ₂ O ₃ contido)	129	131	135	3,1
Diamante	801	450	421	58,9
Diatomita	14	17	20	17,6
Azufre	216	329	271	18,3
Estaño (en metal contido)	20	26	26	-
Feldespatos (mineral)	84	93	93	8,4
Fierro	112.133	129.231	128.800	7,0
Fert. Fosf. Naturales	1.855	4.214	4.309	7,0
Fluorita:				
Griso Acido	44	43	34	25,4
Griso Metallúrgico	31	30	31	3,3
Grafito(4)	1.944.238	4.845.893	3.888.000	118,2
Gipsita (calcinada)	157	184	201	2,3
Grafito	19	27	34	21,9
Litio(5)	1	2	1	(18,2)
Magnesita (calcinada)	372	261	297	3,4
Manganeso	2.437	2.329	2.400	18,4
Mica (muscovita)	4	3	3	(33,3)
Niobio (Nb ₂ O ₅ contido)	17	18	17	(18,2)
Níquel (Ni contido no mineral)	24	20	21	6,8
Oro(7)	37.318	39.473	24.124	60,4
Potasio	-	1.580	10.524	118,2
Plata(7)	70.195	82.845	113.416	22,4
Cuarzo	110	113	110	(17,3)
Sal	3.328	1.734	1.400	8,9
Talco (mineral)	821	558	586	2,6
Tantalo	0,270	0,263	0,274	-
Tierras Raras	2	2	2	-
Titanio:				
Ilmenita	41	26	79	17,3
Rutilo	45	47	50	18,4
Tungsteno (en metal contido)	1,037	1,930	0,875	(18,3)
Vermiculita	9	9	13	44,4
Zinc (en metal contido)	114	124	114	(18,1)
Zirconio	6	21	13	(38,1)

- (1) Unidades expresadas en 1.000 litros.
- (2) Considerados como minerales producidos y cantidades exportadas en el año.
- (3) Unidades expresadas en 1.000 kilos.
- (4) Unidades expresadas en 1.000 gramos.
- (5) Incluido anhidrido, hidrato, peróxido, peróxido o lepidolita.
- (6) Ruta (Inclusos grafito) + beneficiada.
- (7) Unidades expresadas en kilogramos.

Figura 5
COMPOSICION DEL VALOR DE LA PRODUCCION MINERA 1984-85



EXPORTACIONES EN US 1.000 FOB		IMPORTACIONES* EN US 1.000 CIF	
Total	No-metálicos	Total	No-metálicos
2.730.718	87.185 (3,1%)	1.311.575	438.893 (33,4%)
2.633.813	91.008 (3,4%)	1.290.851	394.398 (30,5%)
2.722.900	78.846 (2,9%)	1.489.597	445.048 (29,8%)

* Exclusivo Petróleo.

El gráfico No 5 indica para 1984 y 1985 la composición del valor del MB donde se observa un importante crecimiento de los no metálicos. Disminuándose el grupo de los energéticos, tenemos: en 1984, 23,3% del valor de la PMB para los no metálicos y 65,4% para los metálicos y en 1985, 41,4% del valor de la PMB para los no metálicos y 56,9% para los metálicos.

El gran significado de las substancias minerales no metálicas se debe principalmente a la participación de los minerales de uso en la construcción civil, especialmente arena y adoquines.

En el contexto del comercio exterior es evidente el predominio de la importación brasileña cuando es comparada a la exportación. Para los 43 principales items presentados en los cuadros Nos 6 y 7 y considerándose el total de metal y manufacturados presentados por el "Sumario Mineral Brasileño".

Por el cuadro se concluye que el saldo brasileño en la balanza comercial internacional para los no-me-

tálicos es francamente importador, debido principalmente a los com-

puestos de potasio, azufre y, secundariamente, fosfato.

Cuadro 6
IMPORTACIONES BRASILENAS
1984-1986

MINERALES	MINERALES			METALES Y MANUFACTURADOS			TOTAL		
	1984	1985	1986	1984	1985	1986	1984	1985	1986
Agua Mineral	0,234	-	0,257	-	-	-	0,234	-	0,257
Aluminio	1.643	1.304	171	29.599	24.555	19.544	31.242	25.859	19.715
Amianto	3.285	2.400	2.890	6.464	10.487	6.842	9.749	12.887	8.932
Barita	17	7	9	-	-	-	17	7	9
Bentonita	1.978	2.067	2.088	-	-	-	1.978	2.067	2.088
Berilio	-	-	-	3	4	0,552	3	4	0,552
Cal	-	-	-	100	146	119	100	146	119
Carbon	527.356	524.879	599.019	-	-	-	527.356	524.879	599.019
Caolín	650	632	314	-	-	-	650	632	314
Plomo	2.418	5.462	9.263	2.071 ⁽¹⁾	3.808 ⁽¹⁾	4.325 ⁽¹⁾	4.489	9.350	13.588
Cemento	-	-	-	2.796	5.489	1.313	2.796	5.489	1.313
Cobre	31.354	64.772	98.080	173.282	130.285	208.900	204.556	195.857	298.000
Cromo	3.704	2.450	1.115	672	762	1.899	4.376	3.412	3.014
Diamante(2)	4.737	4.599	4.930	-	-	-	4.737	4.599	4.930
Dioxomita	5.024	5.425	6.521	-	-	-	5.024	5.425	6.521
Azufre(3)	145.166	165.450	164.000	-	-	-	145.166	165.450	164.000
Estafío	-	-	-	110	144	312	110	144	312
Feldspato	1	0,712	0,573	-	-	-	1	0,712	0,573
Fluorita	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-
Fosfato	474	1.772	1.960	78.328 ⁽⁴⁾	0,016 ⁽⁴⁾	59.363 ⁽⁴⁾	78.802	9.288	61.283
Gemas(5)	501	29	70	-	-	-	501	29	70
Gipita	16	72	201	-	-	-	16	72	201
Grafito	63	43	29	-	-	-	63	43	29
Litio(6)	2	4	4	-	-	-	2	4	4
Magnesita	25	9	6 ⁽⁶⁾	-	-	-	25	9	6
Manganeso	282	919	12 ⁽⁶⁾	2.371	4.256	2.248 ⁽⁶⁾	2.653	5.175	2.260
Mica (muscovita)	573	957	1.400	-	-	-	573	957	1.400
Molibdeno	19.842	12.939	2.688	3.073	3.855	521	22.915	17.794	8.209
Niquel	-	-	-	4.124 ⁽¹⁾	9.275 ⁽¹⁾	9.845 ⁽¹⁾	4.124	9.275	9.849
Oro	-	-	-	1.184	3.727	1.752	1.184	3.727	1.752
Platino	-	-	-	1.358	1.010	2.984	1.358	1.010	2.984
Potasio	193.365	191.167	186.998	-	-	-	193.365	191.167	186.998
Plata	-	27	-	13.914	26.274	24.511	23.914	26.274	24.511
Cuarzo	-	7,5	18	-	-	-	7,5	16	18
Sal	41	1	11.884	-	-	-	41	1	11.884
Talco	17	37	7	-	-	-	17	37	7
Tantalo	-	-	-	21	53	31	21	53	31
Tierras Raras(7)	-	-	-	-	-	7 ⁽¹⁾	-	-	7
Titanio	2.535	1.996	3.026	1.711	2.352	1.893	4.246	4.348	3.919
Tungsteno	-	-	-	4.992	11.543	12.336	4.992	11.543	12.336
Vanadio	3.484	6.820	5.050	-	-	-	3.484	6.820	5.050
Zinc	19.843 ⁽¹⁾	18.326 ⁽¹⁾	13.897 ⁽¹⁾	5.026 ⁽¹⁾	25.065 ⁽¹⁾	17.146 ⁽¹⁾	24.873 ⁽¹⁾	43.391	31.043
Zirconio	2.230	2.584	2.341	419	839	1.608	2.649	3.343	3.949

Cuadro 7
EXPORTACIONES BRASILENAS 1984-1986

MINERALES	MINERALES			METALES Y MANUFACTURADOS			TOTAL		
	1984	1985	1986	1984	1985	1986	1984	1985	1986
Agua Mineral	25	27	52	-	-	-	25	27	52
Aluminio	122.627	93.914	79.239	323.549	274.323	475.408	447.246	368.237	554.647
Amianto	11.170	10.485	9.878	14.888	13.983	14.072	26.058	24.388	23.887
Barita	540	575	248	-	-	-	540	575	248
Bentonita	14	2	-	-	-	-	14	2	-
Berilio	1.035	794	792	-	-	-	1.035	794	792
Cal	-	-	-	3	15	4	3	15	4
Carbon	199	722	1.575	-	-	-	199	722	1.575
Caolín	19.651	18.678	15.594	-	-	-	19.651	18.678	15.594
Plomo	-	-	-	28	334	157	28	334	157
Cemento	-	-	-	5.144	5.491	4.678	5.144	5.491	4.678
Cobre	7.798	-	-	65.720	39.258	39.000	73.518	39.258	39.000
Cromo	1	2	8	22.310	24.713	9.695	22.311	24.715	9.695
Diamante(1)	413	649	487	-	-	-	413	649	487
Azufre(2)	120	12	8	-	-	-	120	12	8
Estafío	-	-	-	176.319	230.565	123.983	176.319	230.565	123.983
Feldspato	0,354	0,280	1	-	-	-	0,354	0,280	1
Fierro	1.605.352	1.658.141	1.690.758	-	-	-	1.605.352	1.658.141	1.690.758
Fluorita	196,5	-	0,98	-	-	-	196,5	-	0,98
Fosfato	30	1	0,00	34 ⁽³⁾	0,00 ⁽³⁾	0,00 ⁽³⁾	34	1	0,00
Gemas(4)	57.064	12.674	17.562	-	-	-	57.064	12.674	17.562
Gipita	50	43	49	-	-	-	50	43	49
Grafito	3.204	5.276	6.100	-	-	-	3.204	5.276	6.100
Litio	3	9	203	-	-	-	3	9	203
Magnesita	20.767	17.513	14.918	-	-	-	20.767	17.513	14.918
Manganeso	37.027	36.433	30.022	39.406	29.288	34.075	26.432	65.721	64.097
Mica (muscovita)	272	90	140	-	-	-	272	90	140
Niobio	-	-	-	94.534	98.279	85.464	94.534	98.279	85.464
Niquel	-	-	-	16.296	12.020	4.949	16.296	12.020	4.949
Oro	-	-	-	8.302	1.804	9.750	8.302	1.804	9.750
Potasio	166	369	585	-	-	-	166	369	585
Plata	-	-	-	376	234	291	376	234	291
Cuarzo	4.545	10.624	5.302	-	-	-	4.545	10.624	5.302
Sal	3.828	7.430	2.850	-	-	-	3.828	7.430	2.850
Talco	428	448	225	-	-	-	428	448	225
Tantalo	4.640	3.848	2.135	-	-	-	4.640	3.848	2.135
Tierras Raras(5)	-	-	-	3.391	2.291	2.793	3.391	2.291	2.793
Titanio(6)	-	-	-	246	1.641	1.346	246	1.641	1.346
Tungsteno	5.819	2.079	547	47.094	18.627	33.302	52.113	20.706	33.849
Vanadio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vermiculita	117	17	18	-	-	-	117	17	18
Zinc	-	-	-	3.805	119	289	3.805	119	289
Zirconio	-	-	3	12	51	18	12	51	18

(1) Valores expresados en 10³ US\$-FOB.
(2) Son una forma de diamante bruto, lapidado, industrial y po de diamantes.
(3) Inclusive azufre contenido no ácido sulfúrico (S: H₂SO₄ = 0,31: 1,00).
(4) Son una forma de gemas brutas y lapidadas.
(5) Son una forma de compuestos químicos.
(6) Son una forma de piedra bruta y lapidadas.
(7) Valores presentados en US\$-FOB.
(8) Muchometal.

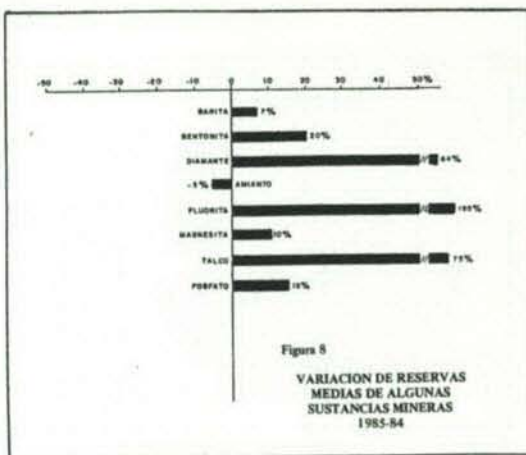
(1) Son una forma de diamantes bruto, lapidado, industrial y po de diamantes.
(2) Inclusive azufre contenido no ácido sulfúrico (S: H₂SO₄ = 0,31: 1,00).
(3) Son una forma de ácido fosfórico.
(4) Son una forma de gemas brutas y lapidadas.
(5) Clasificación de tierras raras y mischmetal.
(6) Pigmentos de dióxido de titanio.

3. LA MINERIA DE LOS NO-METALICOS EN BRASIL

Con reservas distribuidas por el país en forma diversificada se vuelve importante la existencia de un sistema de distribución ferroviaria o terrestre, ya que no es extraño que el mineral sea transportado centenares o millares de kilómetros, dentro del país, entre la mina y el consumidor.

A pesar del valor específico en general inferior, la contribución de ese segmento en la composición del PMB es significativa como se observa en el Gráfico 5. Así, se puede afirmar que Brasil dispone de autosuficiencia razonable de esos minerales, exceptuándose el potasio, el azufre y aún el fosfato, en forma de manufacturados.

La dinámica del sector puede ser evaluada por la variación en un año 84/85 de las reservas medidas de algunas sustancias no-metálicas, mostradas en el Gráfico 8.



Las materias primas para fertilizantes potásicos representan el principal ítem de la importación, no existiendo a corto plazo expectativas de reversión de esta situación, a pesar del inicio de operación de una mina en el Estado de Sergipe, en el Noreste, y un gran proyecto en plena Amazonia, todavía en fase de viabilidad.

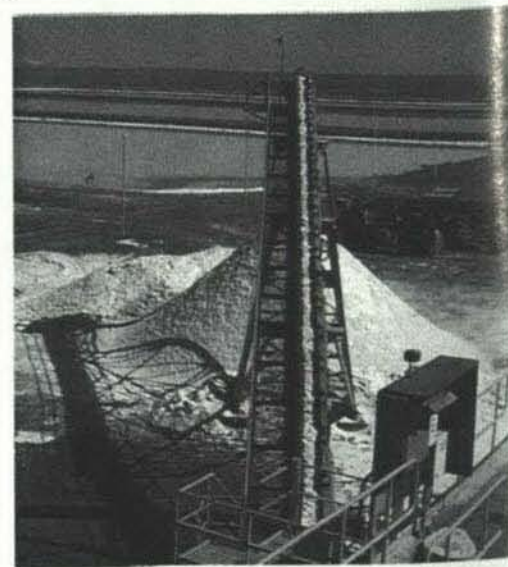
4. EL COMERCIO BILATERAL BRASIL-CHILE

4.1. Importaciones brasileñas.

De acuerdo con informaciones

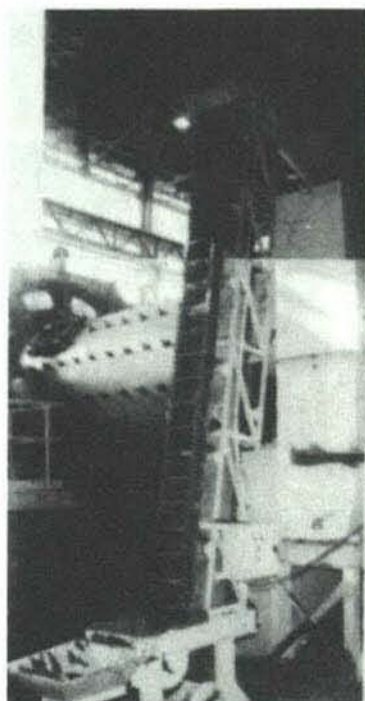
disponibles en la publicación PRO CHILE se reconoció la capacidad de Chile para exportar: sal, baritina, diatomita/Kieselgur, arsénico, yeso, bórax, sulfato de sodio, salitre y yodo, además de sus compuestos derivados.

De estas nueve sustancias y sus compuestos derivados, Brasil necesita y, por lo tanto, importa siete que son: sal, diatomita, arsénico, bórax, sulfato de sodio, salitre y yodo.



Minermat LTDA

- Equipos de precipitación por Zinc Merrill-Crowe de 12 a 300 TPD de soluciones y otros implementos de Refinación para ORO y PLATA.
- Cañerías, Fittings y Bombas para manejo de soluciones en PE de alta densidad. Flota completa de Máquinas de Termofusión rangos 3/4" a 32" Dia.
- Carpetas y estanques para Cianuración y Lixiviación en Pilas y sus implementos de rociado.
- Transportadores (Elevadores) de Alta Pendiente para Minerales y otros materiales (hasta 85°).
- FABRICACION DE EQUIPOS ESPECIALES PARA BENEFICIO DE MINERALES.
- INGENIERIA DE PROCESOS Y CONSTRUCCION COMPLETA DE PLANTAS PARA ORO, PLATA, Y COBRE.



Américo Vespucio 1020 - Pudahuel.
Casilla 77 - Correo 29 - Providencia.
Fono: 719021-(4 líneas). Telex 440476 MINER CZ.
MINERMAT INC. Tucson Arizona (Subsidiaria)

40 AÑOS SIRVIENDO A LA INDUSTRIA CHILENA

- * Trabajos en rieles de ferrocarril, desviadores, cruzamientos y travesías.
- * Elevadores, montacargas, polipastos, grúas, puentes y torres.
- * Máquinas, herramientas, tornos, fresas, taladros, prensas, guillotinas y plegadoras
- * Estructuras, proyectos especiales y servicio técnico.
- * Servicios en cepillos puente hasta 6 mts., tornos, taladros, etc.

ROYAL

maestranza/fca. de maquinarias
ROSENBERG & CIA. LTDA.

Guérnica 4697 Tel. 792620 Cas. 4749
Télex 94260 ROSENMAQ SANTIAGO

Los gráficos 9 y principalmente los subsiguientes, aclaran para los últimos cinco años la evolución del comercio bilateral.

Completando los totales importados y exportados por Brasil, se verifica un fuerte desequilibrio a favor de Chile en el valor de los no-metálicos comercializados, como se muestra a continuación:

Gráfico 9

Año	Importaciones de Chile US\$	Exportaciones hacia Chile US\$
1983	22.987.298	1.210.685
1984	18.485.222	723.191
1985	19.495.710	1.265.428
1986	20.507.514	741.299
1987	28.302.238	1.265.428

La composición del valor total importado por Brasil se integra por la presencia principal de 7 sustancias a partir de 1986, aumentando la relación que se mantenía hasta 1985.

Con relación a la exportación brasileña, el cuadro es semejante, ya que no se verifica una alteración significativa en la naturaleza de las sustancias minerales que componen la oferta de Chile.

5. POSIBILIDADES DE INCREMENTO DEL COMERCIO BILATERAL BRASIL-CHILE

De acuerdo a las informaciones obtenidas en la Embajada de Chile en Brasil, se concluye que Brasil importa todas las sustancias no metálicas ofrecidas por Chile, excepto aquellas existentes en Brasil.

Primeramente podemos afirmar que la mayor expectativa sería sobre el azufre desde el punto de vista de la gran carencia brasileña ante el potencial existente en Chile.

En términos de aumento de las importaciones brasileñas, el Cuadro 9 y siguientes indican que:

Cuadro 9 PARTICIPACION DE CHILE EN LAS IMPORTACIONES BRASILENAS

	1983		1984		1985		1986		1987*	
	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor
No-Metálicos										
Kieselgur	3,3	3,6	10,1	9,3	1,7	1,6	2,9	2,9		
Sal de Salinas y Sal Marina							31,5	28,9	20,8	19,5
Cloruro de Sodio							100,0	100,0	100,0	100,0
Boratos de Sodio			2,7	2,8					26,4	23,1
Otros Boratos							1,0	0,7	72,2	73,3
Yodo en bruto			97,7	99,0	99,2	99,1	100,0	100,0	100,0	100,0
Yodo Sublimado	99,6	99,1	92,2	92,6	88,5	86,4			22,1	25,2
Yodato de Potasio			67,6	74,9	39,9	45,7	95,6	95,2	95,9	95,8
Selenio	18,5	19,1	37,9	33,1	51,0	45,4	74,9	67,8	65,6	53,6
Sal de Glauber	23,2	23,4	65,6	64,3	59,4	59,5	38,3	38,7	51,2	50,3
Sulfato Neutro de Sodio							18,1	18,3	39,2	39,5
Tetraborato de Sodio									0,1	0,1
Salitre de Chile	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nitrato de Sodio										
Potásico	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sulfato Acido de Sodio							100,0	100,0		
Carbonato de Silicio			2,5	2,7	53,7	58,1	98,5	94,3	40,2	41,5
Persulfato de Sodio			14,4	8,4						
TOTALES	61,3	66,7	72,3	53,5	85,8	86,6	35,9	54,8	27,7	58,0

* Hasta noviembre.

KIESELGUR: La demanda brasileña es atendida casi en su totalidad por otros países y no por Chile; índice 37% de impuestos sobre productos industrializados (IPI).

SAL MARINA: La fuerte tendencia importadora brasileña en los últimos dos años indican grandes oportunidades de aumento, si fuesen mantenidas las dificultades internas de abastecimiento, actualmente las importaciones están exentas del impuesto de importación y del IPI.

CLORURO DE SODIO: Brasil depende integralmente del suministro de Chile. El impuesto de importación es de 45% y exención del IPI.

BORATO DE SODIO: Hay sobradas indicaciones de demanda no atendida por Chile. El impuesto de importación es de 15% y exención del IPI.

OTROS BORATOS: El gran crecimiento de las importaciones señalan que Chile podría abastecer la casi totalidad de esas sustancias. El impuesto de importación es de 30% y exención del IPI.

YODO: Tradicionalmente Chile abastece integralmente a Brasil.

YODO SUBLIMADO: Últimamente se ha producido una pérdida de posición de Chile que dependiendo de su disponibilidad puede representar un posible incremento.

YODURO DE POTASIO: Prácticamente Brasil sólo importa de Chile.

SELENIO: Chile se mantiene hace años como principal proveedor del Brasil, existiendo entretanto, importaciones provenientes de otros países.

SAL DE GLAUBER: Chile es importante abastecedor de Brasil, pero hay todavía parte atendida por otros países.

SULFATO NEUTRO DE SODIO: Hace dos años Chile inició sus exportaciones y parece haber tendencia de aumento debido al incremento del consumo brasileño.

NITRATOS: Brasil se abastece integralmente de Chile, ya tradicionalmente.

CARBONATO DE LITIO: Las importaciones brasileñas son irregulares, pues crecieron acentuadamente para en seguida caer, lo que indica posibilidades de incremento de las exportaciones chilenas.

IMPORTACIONES DE CHILE / PERIODO ENERO - DICIEMBRE 1983

MERCADERIA	PESO EN KG		US\$ FOB DE CHILE	TOTAL	PARTICIPACION DE CHILE	
	DE CHILE	TOTAL			EN PESO	EN US\$
I - Metálicos:						
Minerales Cobre Sulfatado	89.158.949	—	36.953.139			
Molibdenita	434.291	—	2.425.641			
Cualquier otro mineral de Molibdenio	988.742	—	5.367.361			
TOTAL	90.581.982	—	44.746.141			
II - No-metálicos:						
Kieselgur	55.000	1.651.989	16.500	453.518	3,3	3,6
Yodo sublimado	146.500	147.002	2.213.170	2.232.519	99,6	99,1
Selenio	3.820	20.612	35.851	187.183	18,5	19,1
Yodato de Potasio	17.800	18.226	243.896	249.795	97,6	97,6
Sal de Glauber	22.096.200	95.112.505	3.177.677	13.542.708	23,2	23,4
Otros Fosfatos	5.175	5.175	66.757	66.797	100,0	100,0
Salitre de Chile	9.666.550	9.666.550	1.594.231	1.594.231	100,0	100,0
Nitrato de Sodio Potásico	86.446.809	86.446.809	14.739.216	14.739.216	100,0	100,0
TOTAL	118.437.854	193.068.868	22.087.298	33.065.966	61,3	66,7

IMPORTACION DESDE CHILE / PERIODO ENERO - NOVIEMBRE 1987

MERCADERIA	PESO EN KG		US\$ FOB		PARTICIPACION DE CHILE %	
	DE CHILE	TOTAL	DE CHILE	TOTAL	EN PESO	EN US\$
I - Metálicos						
Mineral de Cobre Sulfatado	223.043.386	—	73.068.986	—		
Molibdenita	1.768.885	—	7.449.937	—		
Cualquier otro mineral de Molibdenio	943.575	—	3.967.310	—		
TOTAL	225.755.846		84.486.233			
II - No-metálicos						
Sal de Salinas y Sal Marina	254.684.260	1.221.503.597	3.507.857	18.002.986	20,8	19,5
Cloruro de Sodio con Teor mínimo 99,5% de NaCl	10.000.000	10.000.034	140.000	140.537	100,0	100,0
Boratos de Sodio en bruto y sin concentrados	1.001.000	3.791.000	400.040	1.730.960	26,4	23,1
Otros Boratos Naturales en bruto y sin concentrados	2.333.060	3.233.060	292.063	398.463	72,2	73,3
Yodo en bruto	174.500	174.500	2.890.640	2.890.640	100,0	100,0
Yodo sublimado	1.000	4.531	19.900	78.719	22,1	25,2
Selenio	40.194	61.244	522.772	974.342	65,6	53,6
Yodato de Potasio	48.000	50.006	838.380	874.942	95,9	95,8
Sal de Glauber	2.100.000	4.100.296	241.500	479.710	51,2	51,2
Sulfato Neutro de Sodio Anhidro	19.503.900	49.715.611	2.333.186	5.892.036	39,2	39,5
Carbonato de Litio	47.500	118.015	166.669	401.242	40,2	41,5
Tetraborato de Sodio	16.000	19.809.606	8.240	11.231.780	0,1	0,1
Borax	12.753.180	12.753.180	1.952.851	1.952.851	100,0	100,0
Salitre de Chile						
Nitrato de Sodio Potásico	88.926.397	88.926.397	14.988.140	14.988.140	100,0	100,0
TOTAL	391.628.991	1.414.241.077	28.302.238	48.805.568	27,7	58,0

EXPORTACIONES HACIA CHILE / PERIODO ENERO - NOVIEMBRE 87

MERCADERIA	PESO EN KG.	US\$ FOB
No-metálicos		
Grafito Natural	18.000	6.120
Otras Arcilla	1.020	66
Diatomita	14.994	5.597
Magnetita Calcínada	5.400.000	1.189.532
Otros Oxidos de Magnesio	6.000	2.052
Cemento Portland especial blanco	886.800	60.120
Vermiculita	15.000	1.941
TOTAL	6.341.814	1.265.428

En términos generales, por el lado brasileño, las cifras de exportación son bastante modestas, especialmente por la poca diversidad de las sustancias que componen el potencial minero nacional.

Siendo Brasil gran productor de riquezas minerales no-metálicas, como se vio al comienzo, con seguridad hay un potencial aumento de la pauta en términos cualitativos y cuantitativos.



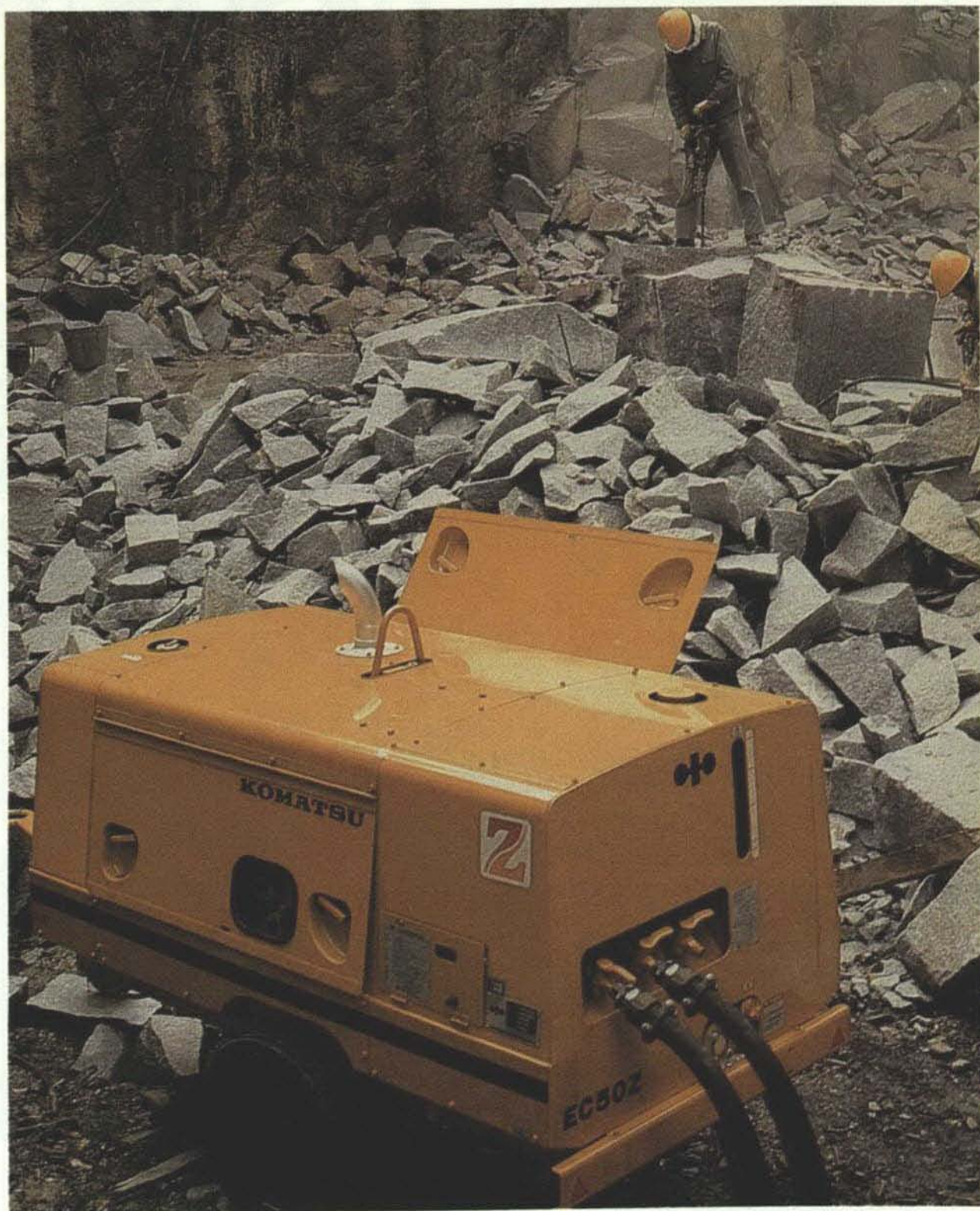
KOMATSU

MÁS Y MEJOR AIRE PARA LA MINERÍA CHILENA

Diseñados teniendo la productividad en mente, la serie de compresores **KOMATSU** combinan un pequeño pero potente motor y un Monotornillo rotativo tipo "Z" para brindarle el más liviano, compacto, confiable y económico compresor existente en el mercado hoy en día.

KOMATSU, líder mundial en maquinaria pesada, siempre presente en la minería chilena y atento a sus necesidades.

Representado y distribuido en Chile por **ATOM**, quien le brinda el mejor respaldo profesional y servicio post venta con una atención personalizada eficiente.



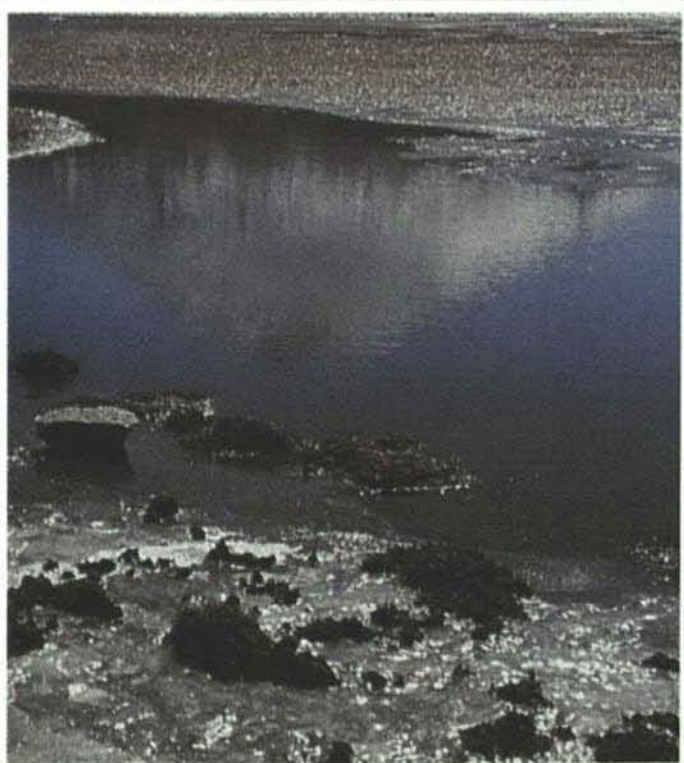
ATOM

Valoriza en Chile las mejores marcas.

Avda. Carlos Valdovinos N° 3346. Tel.: 5550149. Télex:
240257 ATOM CK FAX: 5515325 Santiago-Chile

GEOLOGIA, GENESIS Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE RECURSOS NO METALICOS DE CHILE

Por: Aníbal Gajardo Cubillos
Académico del Departamento de Geología
de la Universidad de Chile



INTRODUCCION

En Chile existe una gran variedad de recursos no metálicos, de amplia distribución en el territorio nacional, gran parte de los cuales han sido tradicionalmente explotados, tanto para su consumo en el mercado interno: calizas, arcillas, cuarzo, feldespato, caolín, como para abastecer mercados externos, generando importantes divisas al país: salitre, yodo, carbonato de litio, diatomita.

Desde el punto de vista de la historia y evolución de su aprovechamiento rentable, estos recursos pueden separarse en tres categorías: aquellos que están actualmente en explotación o lo han estado en forma continua o discontinua, en los últimos veinte años y que alcanza a un total variable entre 24 y 26 recursos; aquellos que estuvieron en explotación hace más de 20 años y que actualmente no se encuentran en tal situación o lo están a niveles muy reducidos y que son del orden de 10, y aquellos que nunca han sido explotados, que alcanzan a unos 6-8, entre los cuales existen algunos sin perspectivas de explotación y otros que presentan un significativo interés comercial.

Considerados en conjunto y atendiendo más a una definición geológico-genética que tecnológica, estos recursos alcanzan a un número superior a 50, que comprende:

Aridos	Fluorita
Arcillas comunes	Fosforitas
Arcillas plásticas	Grafito
Arcillas refractarias	Granate
Arcillas bauxíticas	Guano
Alunita	Litio
Alumbres	Magnesita
Andalucita	Mica
Apatita	Oxido de hierro
Arenas silíceas	Pumicita
Asbesto	Perlita
Azufre	Pirofilita
Baritina	Rocas de construcción
Bentonita sódica	Salitre
Bentonita cálcica	Sal común
Boratos	Sales de potasio

Caliza	Sales de magnesio
Calcita	Sulfato de sodio
Coquina	Tierras raras
Caolín	Titanio
Cimita	Talco
Cromita	Vermiculita
Cuarzo	Yodo
Diatomita	Yeso
Dolomita	Zeolitas
Feldespato	Zircón

Todos estos recursos se presentan en yacimientos que tienen una gran variedad de orígenes, características geológicas y distribución geográfica en el país y cuyo conocimiento actual es el producto de los estudios realizados por geólogos e ingenieros de minas, nacionales y extranjeros, esencialmente en las últimas décadas.

Dichos estudios han sido auspiciados fundamentalmente por organismos e instituciones del Estado, por universidades y centros de investigación científica y aplicada, por instituciones bancarias y crediticias y por empresas mineras y usuarias de materias primas, privadas y estatales, los que han producido un importante volumen de información.

La compilación y evaluación de esta información y la elaboración de un informe final que integre la totalidad del conocimiento geológico, minero, tecnológico y económico disponible acerca de estos recursos, ha sido la finalidad principal del estudio denominado Diagnóstico de la Minería No Metálica que se encuentra realizando INTEC Chile, a solicitud de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, en cuyo desarrollo el autor ha actuado como geólogo consultor y cuyos resultados preliminares han sido expuestos en el Seminario Internacional "Perspectivas de la Minería No Metálica en Chile", realizado el 7 y 8 de junio de 1988, en Santiago.

En ese sentido, el presente trabajo se referirá a los procesos que han dado y dan origen a los yacimientos de recursos no metálicos chilenos y a la distribución de los más importantes de éstos en franjas o áreas, las que representan

importantes blancos para la prospección y evaluación geológica de los yacimientos. Estos estudios constituyen las etapas iniciales de cualquier actividad minera, en especial para aquellos recursos que presentan mejores ventajas comparativas respecto a su comercialización en los mercados internos o externos.

En consecuencia, los antecedentes geológicos expuestos en este trabajo comprenden parte de los resultados del mencionado diagnóstico, así como información geológica de propiedad del autor.

PROCESOS GENERADORES DE YACIMIENTOS DE RECURSOS NO METALICOS CHILENOS

Los procesos que han dado origen a los yacimientos de recursos no metálicos chilenos pueden agruparse en dos grandes categorías: Procesos Sedimentarios y Procesos Magmáticos, cada una de las cuales puede dividirse a su vez en diferentes procesos ocurridos durante la evolución geológica del territorio, desde el Paleozoico al Cenozoico y responsables, de acuerdo a sus características y a la influencia del medio ambiente, de la génesis, ya sea de importantes yacimientos de recursos no metálicos, como de simples manifestaciones mineralógicas sin interés comercial.

1. PROCESOS SEDIMENTARIOS

Los yacimientos relacionados con este proceso deben su origen esencialmente a la acción directa o indirecta del elemento agua y a los fenómenos de meteorización, erosión, transporte y depositación relacionados con ella. Considerados en conjunto, los procesos sedimentarios han generado y generan yacimientos de los más importantes recursos no metálicos del país, tanto para uso doméstico como para exportación.

Pueden distinguirse cuatro tipos de procesos sedimentarios responsables de la principal mineralización no metálica sedimentaria en Chile: Procesos Sedimentarios Clásticos, Procesos Sedimentarios Biogénicos

Procesos Sedimentarios Evaporíticos

Procesos de Meteorización.

1.1. Procesos Sedimentarios Clásticos

Corresponden a aquellos procesos que incluyen el transporte y depositación de materiales líticos fragmentales, provenientes de la meteorización y erosión de rocas preexistentes de muy variada naturaleza.

Desde el punto de vista de la génesis de recursos no metálicos en el país, estos procesos dan origen principalmente a los yacimientos de áridos, arcillas plásticas, arcillas comunes, arenas silíceas y arenas titaníferas, siendo los principales agentes del transporte en cuanto a la selección de los materiales involucrados, los fluviales y eólicos y los más importantes ambientes de depositación, los fluviales, lacustres y marinos litorales.

Típicamente los yacimientos de estos recursos consisten en cuerpos estratificados, de muy diferentes espesores y distribución areal que presentan diversos grados de compactación y tamaños de sobrecarga.

En el caso de los áridos, los mejores tipos de depósitos serán aquellos que se dispongan como parte de sedimentos de terrazas fluviales, como sedimentos de cauce actual y como sedimentos lacustres, ambientes también muy favorables para la formación de yacimientos de arcillas plásticas cerámicas y de arcillas comunes.

Para las arenas silíceas y arenas titaníferas, los ambientes de sedimentación más importantes son los ambientes litorales y supralitorales marinos, hasta donde los sedimentos han llegado transportados principalmente por cauces fluviales y han experimentado y experimentan en la actualidad rearrreglos eólicos, conformando depósitos tipo duna.

Los factores geológicos más importantes para la explotación de estos recursos de procesos clásticos son la homogeneidad mineralógica y petrográfica; la selección granulométrica de sus componentes; la ausencia de componentes nocivos (materia orgánica, vidrio volcánico,

sales minerales, etc.); la existencia de depósitos de grandes volúmenes y reducida sobrecarga y la baja o nula compactación y grado de litificación del sedimento, prefiriéndose, por consiguiente, aquellos depósitos de edad reciente que han sufrido escasos fenómenos post-depositacionales.

1.2. Procesos Sedimentarios Biogénicos

Son procesos que se refieren a la generación de recursos no metálicos debido a la sedimentación de los productos de la actividad vital de organismos animales y vegetales que habitan en ambientes subaéreos y en ambientes subacuáticos marinos y continentales. Dicha actividad vital se manifiesta tanto en la depositación de restos orgánicos (caparazones, huesos, dientes), materias fecales, restos vegetales y aceites orgánicos, como en la precipitación en la cuenca o ambiente subacuático de compuestos bioquímicos provenientes del metabolismo como son carbonato de calcio y sílice.

Los recursos más importantes en el país generados por este proceso son: calizas, diatomita, fosforita y guano, siendo los ambientes marinos infralitorales y en segundo término, los ambientes lagunares, los más favorables para la generación de yacimientos de interés económico de calizas, diatomita y fosforitas, y para el guano, los ambientes continentales supralitorales. En este grupo se ha considerado también el carbón, recurso que se origina en ambientes paludales continentales. Los yacimientos de estos recursos consisten en depósitos estratiformes, compuestos por mantos o capas de potencias decimétricas o métricas, intercaladas con horizontes clásticos o arcillosos y que pueden conformar espesores totales de decenas y hasta centenas de metros, como ocurre en algunas secuencias de calizas. En general, los mantos más importantes de calizas en explotación varían entre 8 y 25 m., los de diatomita entre 2 y 5 m., los de fosforita, reconocidos a la fecha, tienen espesores promedio inferiores a 3 m. y los de carbón, entre 0,8 y 2 m.

Con respecto al registro cronológico de estos recursos en el país, los de mayor diversidad son las calizas, cuyos yacimientos presentan un amplio rango de edades, conformando parte importante de secuencias metamórficas paleozoicas; de secuencias estratificadas marinas de lapso Jurásico-Cretácico Inferior, de secuencias lagunares del Cretácico Superior y de secuencias lacustres del Terciario.

Los yacimientos de carbón, por su parte, son de edades Terciaria Inferior y Terciaria Superior y las edades de los más importantes depósitos de diatomita, fosforita, y guano, se concentran en el Terciario Superior y Cuaternario, formando parte de unidades estratificadas de ambiente marino, las fosforitas y algunas diatomitas, y de ambiente continental, el guano.

Los factores geológicos más importantes para el aprovechamiento rentable de estos recursos se refieren a la existencia de depósitos de grandes volúmenes, composicionalmente homogéneos y de escasa sobrecarga.

Las calizas y las fosforitas son recursos utilizados fundamentalmente por su composición química y cuya principal propiedad es su contenido sobre 70% de CaCO_3 y sobre 20% P_2O_5 , respectivamente, y cuyos yacimientos de interés comercial, en general, deben contener reservas del orden de los millones de toneladas.

Las diatomitas son recursos cuya aplicación principal es como auxiliar filtrante, de modo que los yacimientos deben tener un bajo grado de compactación; buen estado de división y escaso fracturamiento de las frústulas de diatomeas; y ausencia de arena, arcillas, ceniza volcánica y sales minerales. Además, reservas del orden de millones de toneladas y escasa sobrecarga, ya que, al igual que los dos anteriores, su explotación más rentable es a rajo abierto y en el caso de las fosforitas y diatomita, desde yacimientos de poca edad, para prevenir la alta compactación de los mantos.

Los yacimientos de guano o covaderas, que dependen de la

actividad vital de las aves marinas que pueblan y han poblado el litoral más septentrional del país y de la persistencia de un clima árido en la zona, corresponden a depósitos antiguos de guano rojo o fosfatado, que presentan cubierta sedimentaria, y a depósitos más modernos de guano blanco o amoniacal.

1.3. Procesos Sedimentarios Evaporíticos

Son aquellos procesos relacionados con la depositación de compuestos químicos de acuerdo a su respectivo producto de solubilidad, debido a cambios de volumen del solvente, causados por su evaporación. Estos procesos dan origen a depósitos salinos de tipo continental o marino, que contienen importantes concentraciones de sales minerales, de interés económico, siendo en Chile de mayor importancia económica los depósitos continentales.

En general, los principales depósitos salinos o salares están compuestos por tres fracciones: una fracción sólida o costra salina, una fracción líquida o salmuera que contiene cationes y aniones en diversa concentración, y una fracción detrítica o clástica, en forma de arcilla y arena.

Los componentes salinos principales de los depósitos salinos chilenos son los carbonatos de calcio y magnesio, sulfatos de sodio, potasio, y calcio y cloruros de sodio, potasio y litio, además de boratos, yodatos y cromatos, los cuales representan recursos de alto interés económico.

Los factores que han determinado y determinan el origen y la permanencia de estos depósitos salinos en las tres regiones del norte del país, están relacionados con fenómenos geológicos, morfológicos, climáticos y estructurales presentes en el área desde el Terciario Superior.

Los primeros se refieren esencialmente a la existencia en la precordillera y cordillera andina, de rocas volcánicas de composición intermedia a ácida y de edades Terciario Superior y Cuaternario, que constituyen la fuente principal de los



elementos químicos que conforman los depósitos salinos.

Los aspectos morfológicos se relacionan con la existencia de cuencas de depositación y de entidades positivas del relieve como son la Depresión Intermedia o Pampa del Tamarugal y la Cordillera de la Costa. Esta última representa una verdadera barrera climática que contribuye a la persistencia de un clima extremadamente árido en ese sector del territorio, el que determina la existencia de una elevada tasa de evaporación, responsable de la precipitación de los compuestos y elementos químicos.

La estructura juega un importante papel, ya que las cuencas de depositación tienen en gran medida un control estructural y la recarga salina que se efectúa en especial desde la cordillera andina hacia los salares de cuencas preandinas y de la Depresión Intermedia, está determinada por la existencia de sistemas de fallas de dirección general E-W a NE-SW que afectan a las rocas fundamentales del área.

En ese sentido, los salares constituyen sistemas activos, en los cuales se está verificando permanentemente una recarga por aguas superficiales y subsuperficiales con diferentes concentraciones salinas, de modo que, de acuerdo a su ubicación geográfica este-oeste, estos depósitos presentan ciclos diarios o estacionales de disolución y generación de nuevos componentes salinos.

Desde un punto de vista de su

ubicación geográfico-morfológica y de su composición química principal, los depósitos salinos del norte del país pueden clasificarse en: salares de la Cordillera de la Costa, con su representante principal el Salar Grande, depósito salino fósil, compuesto por un cuerpo de halita cristalina de hasta 160 m de espesor y con pureza superior a 99% NaCl; salares de la Depresión Intermedia, entre los cuales se mencionan Bellavista-Pintados, Llamara y Lagunas, compuestos por una costra salina de cloruro de sodio, con sulfato de sodio y calcio; salares preandinos, representados por el Salar de Atacama, integrado por una costra de cloruro de sodio y salmueras saturadas en este compuesto, con cloruro de litio, potasio y magnesio; y salares y lagunas andinas que se caracterizan por sus costras de cloruros y sulfatos y la presencia de una fracción líquida preponderante, con marcados cambios composicionales determinados por las altas pluviosidades del denominado "invierno boliviano" y del invierno hemisférico; constituyen importantes depósitos de boratos, como los salares de Ascotán y Surire y representan depósitos de interés potencial por el litio y el potasio.

Los principales recursos no metálicos explotados actualmente en los salares del Norte de Chile corresponden a sal común, sulfato de sodio, cloruro de litio, cloruro de potasio y ulexita. El cloruro de litio, explotado por la Sociedad Chilena del Litio en el Salar de Atacama, es la base para la elaboración de carbonato de litio, producto de exportación. El cloruro de potasio, de la misma empresa, constituye parte esencial de la producción de nitrato de potasio de SOQUIMICH y la ulexita es la materia prima básica para la elaboración de ácido bórico en dos empresas ubicadas en la zona del norte del país.

Los procesos evaporíticos en cuencas marinas de ambientes regresivos, han ocurrido al menos en tres etapas del desarrollo geológico del territorio. La más antigua durante el Jurásico Superior y que se

manifiesta como un notable espesor de yeso, del orden de 200 m., y una distribución longitudinal en la cordillera andina, entre la II y IV Región; la segunda, en semejantes condiciones durante el Cretácico Inferior, que se evidencia fundamentalmente en la parte sur de la IV Región y la más moderna durante el Terciario Superior, reconocido en la Cordillera de la Costa de la I Región.

Aunque no corresponde propiamente a recursos generados en procesos evaporíticos, los campos de nitratos del Norte de Chile, únicos yacimientos de interés comercial existentes en el planeta, estarían relacionados genética, espacial y temporalmente con los depósitos salinos evaporíticos de la Depresión Intermedia, de acuerdo a las más difundidas teorías relacionadas con su origen. Ellas intentan explicar la fijación del nitrógeno atmosférico, principal incógnita en las hipótesis genéticas, por la actividad de bacterias nitrificantes que habrían habitado las playas y márgenes húmedos de los antiguos lagos salinos, antecesores de estos salares. La persistencia de estos depósitos de nitratos en el área habría estado condicionada esencialmente por factores climáticos y morfológicos, y la presencia de otros compuestos en el "caliche", como sulfatos, cloruros, yodatos, cromatos y boratos, se explica por los mismos factores litológicos y estructurales comentados anteriormente.

De esa forma, la mena o "caliche" tiene una composición aproximada de 20-25% de nitratos, 4-10% de cloruro de sodio; 1-2% de los iones calcio, potasio, boro, yodo y magnesio y 1-2% de agua, alcanzando la ganga de 41-76%.

Estos campos de nitratos entregan como recursos no metálicos de interés para el mercado externo e interno salitre sódico, salitre potásico, yodo, sulfato de sodio anhidro y ácido bórico, estos últimos tres como parte del proceso de recuperación del salitre efectuado por SOQUIMICH, en sus plantas de Pedro de Valdivia, Coya y María Elena.

1.4. Procesos de Meteorización

Corresponden a procesos de alteración superficial que experimentan las rocas por la acción de agentes atmosféricos, en especial del agua y que realizan fundamentalmente mediante hidrólisis y concentración residual, dando por resultado una roca compuesta por minerales diferentes de los originales, minerales neoformados y/o por minerales residuales del proceso.

Las condiciones más importantes para los procesos de alteración superficial se relacionan con el clima, la composición litológica de las rocas afectadas y al tiempo de duración del fenómeno, siendo el resultado la formación de un suelo que presentará contenidos variables de minerales de interés económico, ya sean neoformados o residuales.

Los procesos meteóricos más importantes formadores de recursos no metálicos son la laterización y la caolinización, que ocurren bajo condiciones climáticas muy características. La laterización, principal fenómeno de alteración superficial para la generación de yacimientos de bauxitas, arcillas bauxíticas, caolín y óxido de hierro, se verifica bajo las siguientes condiciones: existencia de una roca con minerales altamente solubles, de gran permeabilidad y porosidad; existencia de precipitaciones superiores a 2.000 mm/año y cubierta vegetal abundante, temperaturas superiores a 20°C, relieve plano y largos períodos de estabilidad tectónica.

Los yacimientos de arcillas bauxíticas y caolines lateríticos pueden ser en general de tres tipos morfológicos, siendo los yacimientos chilenos de los tipos interestratificados o primarios y detríticos o secundarios, provenientes estos últimos de la erosión y transporte de los materiales contenidos en los primeros. Los factores geológicos que determinan su interés potencial se refieren fundamentalmente a la homogeneidad composicional del recurso, en especial referida a un contenido de alúmina sobre 35% y a la presencia de una sobrecarga con una relación inferior a 6:3 respecto de los horizontes de interés, los cuales alcanzan espesores totales

superiores a 10 m.

El proceso de laterización principalmente conocido en el país y responsable de la existencia de los únicos yacimientos encontrados hasta ahora de arcillas bauxíticas y caolines bauxíticos, habría ocurrido durante el Cretácico Superior a Terciario Inferior, afectando a rocas volcánicas pre-existentes, aflorantes al norte de la ciudad de Santiago.

Estas arcillas presentan las más altas leyes en alúmina conocidas en el país, sobre 35% y se emplean para la elaboración de sulfato de aluminio, cemento Portland y productos refractarios, constituyendo las mejores arcillas refractarias nacionales.

Por su parte, los procesos de caolinización constituyen procesos de generación de depósitos de caolín a partir de la alteración meteórica de una roca granítica peniplanizada, tectónicamente estable, en ambientes entre cálido y templado-frío, lluvioso, con temperaturas superiores a 10°C y pluviosidad sobre 1.200 mm/año. El mecanismo consiste esencialmente en la hidrólisis de los feldspatos de la roca parental y en la subsecuente generación de minerales arcillosos del grupo de la caolinita, principales integrantes del recurso caolín y que alcanzan concentraciones entre 15 y 20 por ciento en el recurso.

Los principales procesos de caolinización de rocas graníticas han ocurrido en Chile durante el Terciario Superior y han afectado a las rocas del Batolito de la Costa de edad paleozoica, generando importantes yacimientos de caolín, de hasta 10 m de potencia, los principales de los cuales se localizan en la VI Región. Estos yacimientos son explotados para abastecer de caolines a las industrias de cerámica, pinturas, papel y gomas, principalmente.

2. PROCESOS MAGMATICOS

Son aquellos procesos relacionados con la actividad ígnea intrusiva y extrusiva y con los fenómenos de metamorfismo y alteración hidrotermal.

En relación a la génesis de recursos no metálicos chilenos, se consideran los siguientes cuatro procesos:

- Procesos Pegmatíticos
- Procesos Volcánicos
- Procesos Metamórficos
- Procesos Hidrotermales

2.1. Procesos pegmatíticos

Los procesos pegmatíticos generadores de recursos no metálicos en Chile, corresponden a la fase final de cristalización de magmas de tipo granítico y dan origen a cuerpos cristalinos de cuarzo, feldespato y micas, de variadas dimensiones. Las formas de los cuerpos son tanto irregulares, con contactos graduales con la roca cristalina que los contiene, indicativos de una cristalización "in situ", como tabulares, con contactos nítidos y regulares que indican emplazamiento de las fases silíceas y sílico-aluminosas en niveles superiores de los plutones graníticos, controlado por fracturamiento.

El cuarzo y feldespato se presentan en general como masas cristalinas, translúcido a transparente el primero y opaco el segundo, con colores que dependerán del contenido de impurezas. En general son blanco a blanco lechoso en el cuarzo de adecuadas propiedades tecnológicas y blanco grisáceo o salmón para el feldespato, dependiendo de su composición mineralógica de feldespato sódico o feldespato potásico, respectivamente. Es de cierta frecuencia el desarrollo de cristales hexagonales de cuarzo bien formado, denominado cristal de roca, de gran transparencia y colores blanco hialino, rosado y ahumado.

Ambos recursos son explotados principalmente debido a su composición química, constituyendo el cuarzo la principal fuente de sílice para diversas aplicaciones industriales y encontrándose en este tipo de yacimientos con leyes superiores a 96% SiO_2 . Los feldespatos, por su parte, son importantes fundentes metalúrgicos y aditivos en la industria del vidrio y cerámica, la que emplea feldespatos sódicos y potásicos, respectivamente.



Los factores geológicos de mayor relevancia para la ocurrencia de yacimientos de interés potencial de estos recursos indican la existencia de cuerpos de formas regulares, con dimensiones entre decenas y centenas de miles de toneladas y homogéneos composicionalmente, en especial en cuanto a leyes de sílice en el cuarzo y a la mineralogía en el feldespato, además de ausencia de impurezas, en especial de óxido de hierro.

Los episodios geológicos en los cuales se han emplazado batolitos o stocks de composición general granítica, que contienen cuerpos de cuarzo y feldespato pegmatítico en Chile, corresponden al Paleozoico Superior, al Jurásico y lapso Cretácico Superior - Terciario Inferior y son responsables en conjunto, de la gran cantidad de yacimientos conocidos y explotados de estos recursos, que se distribuyen en general entre la II y IV región del país.

2.2. Procesos Volcánicos

En Chile, estos procesos se relacionan directamente con la actividad volcánica de los numerosos centros eruptivos distribuidos a lo largo de la cordillera andina y expresada tanto en la emisión de lavas, lavas vítreas y materiales piroclásticos en la forma de cenizas volcánicas y piedra pómez (puzolanas), como en la actividad solfatarica que da origen a los depósitos volcánicos de azufre, característicos del territorio nacional.

Los procesos volcánicos responsables de la mineralización más

importante de este tipo en el país son esencialmente del Terciario Superior y del Cuaternario y han ocurrido prácticamente a todo lo largo de la cordillera andina, en especial entre los $17^{\circ}30'S$ y los $45^{\circ}00'S$. Los yacimientos de azufre tienen una importante distribución en este sector de la cordillera, en forma de dos franjas principales de mineralización, definidas por la ubicación de los correspondientes centros eruptivos: una franja septentrional entre los $17^{\circ}30'S$ y los $28^{\circ}00'S$, donde se ubican los principales yacimientos, normalmente sobre los 4.500 m.s.n.m. y una franja meridional, al sur de los $33^{\circ}00'S$, con yacimientos a alturas inferiores a 4.000 m.s.n.m.

Estos yacimientos consisten en general en mantos de "caliche de azufre" localizados en las faldas de los volcanes, en disposición paralela a la superficie del terreno, interestratificados en tobas y ceniza volcánica y material de acarreo. Tienen espesores entre 0,5 y 6,0 m promedio y presentan distinta coloración, textura, compacidad y pureza en azufre. También adoptan la forma de bolsones o lentes, que afloran o no, de acuerdo a la intensidad de la erosión.

Existen en general dos tipos de "caliche de azufre", uno de color amarillo, poroso y de aspecto terroso, cuya ley varía entre 40% y 75% S y otro, menos común, de color achocolotado o verdoso, con contenido en azufre entre el 80% y 95%.

Con respecto a la ceniza volcánica y piedra pómez, su origen se encuentra relacionado con los eventos de actividad volcánica explosiva de los centros eruptivos, la que genera grandes cantidades de estos materiales piroclásticos, compuestos por vidrio volcánico.

Ellos experimentan transporte eólico y fluvial esencialmente, dando origen a depósitos sedimentarios en cuencas de tipo subacuático y subaéreo, distribuidas en Chile al oeste de los volcanes andinos, ocupando superficies extensas en la Pampa del Tamarugal y en la Depresión Intermedia, al sur de los $33^{\circ}00'S$.

Los yacimientos se presentan como mantos de disposición subhorizontal a horizontal, de espesores variables entre metros y decenas de metros que cubren grandes extensiones areales, interestratificados o no, en secuencias sedimentarias clásticas o arcillosas, presentando por consiguiente, sobrecargas de muy diverso espesor, composición y grado de compactación.

Aquellos yacimientos de mayor interés y sujetos actualmente a explotación para la fabricación de cemento puzolánico, principal uso de este recurso en el país, comprenden secuencias de espesores superiores a 15 m que cubren áreas de decenas de km² y con sobrecargas que corresponden a suelos de no más de 0,30 m de espesor.

2.3. Procesos Metamórficos.

Los procesos metamórficos responsables de la generación de yacimientos de recursos no metálicos en Chile, son del tipo de metamorfismo de contacto, generado por la intrusión de rocas de composición principalmente granítica y granodiorítica, de edades Paleozoica y Mesozoica, en rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias, de semejante rango cronológico.

El proceso consiste en una alteración de las rocas preexistentes por efectos termales y en la subsecuente generación de rocas o minerales de interés económico, siendo los recursos más importantes mármol, andalucita, granate y apatita, además de grafito y talco, de importancia secundaria.

Los yacimientos de mármol presentan el más amplio registro cronológico y la mayor variedad de ambientes geológicos, encontrándose en rocas metamórficas de edades Paleozoica Inferior, en secuencias sedimentarias del Paleozoico Superior y en secuencias volcánico-sedimentarias y sedimentarias del Cretácico Inferior. Los cuerpos de mármol son del tipo manto, de espesores variables, pero en general sobre 10 m, que forman parte de secuencias de variados espesores y el recurso presenta colores blanco a blanco grisáceo, bien cristalizado, siendo su aplicación principal la construcción

y la ornamentación.

Los principales factores geológicos relacionados con yacimientos de interés se refieren a su homogeneidad litológica, persistencia de sus características físicas (color, brillo), ausencia de sistemas de fracturamiento intenso que dificultan el normal aprovechamiento del recurso y escasa o nula sobrecarga.

Su distribución está restringida a las regiones III a IV, que se caracterizan por sus afloramientos de calizas metamorfizadas y a las regiones XI y XII donde se conocen importantes yacimientos de mármoles en el Lago General Carrera y en el Archipiélago Madre de Dios, respectivamente.

Los depósitos de andalucita de principal interés se localizan en la Cordillera de la Costa de Chile Central Sur, en la zona de contacto entre las rocas metamórficas paleozoicas y el basamento granítico de la misma edad, que conforman dicha cordillera.

La andalucita se presenta en pizarras aluminicas, en concentraciones entre 5% y 20% y con leyes del orden de 50% de alúmina (AL₂O₃), constituyendo un recurso que no se encuentra en explotación. Presenta, sin embargo, interesantes perspectivas industriales, en la medida que se definen las propiedades de sus Yacimientos "in situ" y sedimentarios, mediante los respectivos estudios geológicos.

Los depósitos de granate se han generado en procesos metamórficos de dos tipos geológicos y cronológicos: uno de ellos relacionados con la intrusión del basamento granítico paleozoico en las rocas metamórficas de la Cordillera de la Costa y el otro relacionado con la intrusión de rocas graníticas del Cretácico Superior en rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, que afloran especialmente en la III Región. Los granates de la Cordillera de la Costa se explotan en yacimientos sedimentarios, para la elaboración de papel de lija.

Los yacimientos de apatita se han generado en procesos de metamorfismo y metasomatismo de contacto, relacionados con la intrusión de rocas graníticas del Cretácico Su-

perior en rocas principalmente volcánicas de edades Jurásica y Cretácica Inferior que afloran en la parte noroeste de la IV Región y suroeste de la III Región.

El control principal de la mineralización es de tipo estructural y corresponde a fallas y fracturas de diversas magnitudes, siendo los cuerpos de apatita normalmente vetiformes, además de presentarse como bolsones y lentes, con rumbos que corresponden a la estructura regional. Sus dimensiones son generalmente discretas, con corridas que varían desde pocos metros hasta decenas de metros, pudiendo superar ocasionalmente los 100 m, lo que determina que los principales distritos correspondan a agrupamientos locales de tales cuerpos.

La ley de la apatita de estos yacimientos es variable entre 12 y 28% P₂O₅, siendo del orden de 28% la ley mínima explotable para la elaboración de abonos. Actualmente se explotan algunos yacimientos de la IV Región con leyes entre 15 y 20% P₂O₅, utilizándose el mineral para elaborar alimento para aves.

2.4. Procesos Hidrotermales.

Los procesos hidrotermales se relacionan con la alteración generada por fluidos que corresponden a las manifestaciones póstumas de la cristalización de magmas graníticos y que afectan tanto a las rocas intrusivas como a las secuencias estratificadas, volcánicas y sedimentarias, por ellas instruidas. El fenómeno genera diversos recursos minerales de interés económico.

En Chile, estos procesos son responsables de una variada mineralización representada principalmente por caolín, cuarzo y baritina, y por calcita, cimita y pirofilita, de menor desarrollo e interés.

La mineralización de caolín se relaciona con las fases de alteración argílica y argílica avanzada, en las cuales se ha producido un reemplazo parcial o total de los minerales originales y de la masa fundamental de las rocas volcánicas, por minerales arcillosos, principalmente caolinita y halloysita, lo que genera una coloración blanco a blanco amarillento característica. Existe también mineralización de cimita, pirofilita

y alunita, acompañando a los minerales de caolín y evidenciando los diversos grados de la alteración.

Esta mineralización se presenta relacionada con estructuras de fracturamiento mayores, adoptando la forma de extensos cuerpos irregulares y también vetas y vetillas, que pueden constituir yacimientos de interés económico, cuya explotación se realiza a rajo abierto.

El caolín generado en procesos hidrotermales tiene leyes promedio al natural de 25 a 30% Al_2O_3 y grados de blancura de alrededor de 70 a 75 GE.

Existen tres episodios principales en la evolución geológica del territorio en los cuales se han generado depósitos de caolín hidrotermal y que corresponden a la intrusión de grandes batolitos graníticos de edades jurásicas, cretácica superior-terciaria inferior y terciaria superior, en rocas estratificadas, volcánicas y sedimentarias de edades paleozoica y cenozoica.

La mineralización de cuarzo hidrotermal está relacionada con el desarrollo de zonas de alteración sílicea, donde la sílice se presenta reemplazando tanto los fenocristales, como la masa fundamental de las rocas volcánicas afectadas por la alteración.

El control de la mineralización es estructural y litológico, lo que da origen a vetas de relleno y vetas de reemplazo, mostrando estas últimas relictos de la textura original.

El cuarzo es normalmente microcristalino, translúcido, con colores blanco grisáceo, blanco amarillento y gris pardo y su contenido en sílice varía en general entre 92 y 95%, lo que permite su uso esencialmente para fundición.

Este proceso genético corresponde fundamentalmente a dos episodios geológicos en el país. El más antiguo se relaciona con el emplazamiento de plutones graníticos jurásicos en secuencias volcánicas y sedimentarias de edades triásica y jurásica. El segundo proceso se relaciona con la alteración hidrotermal generada por intrusivos graníticos del lapso Cretácico Superior - Terciario Inferior, en secuencias volcánico-sedimentarias del Cretácico Inferior y Superior.

La mineralización de baritina hidrotermal se relaciona con la alteración de rocas con alto contenido en bario, mediante soluciones hidrotermales sulfuradas y la depositación del mineral resultante en planos de fallas, fracturas y estratificación, en zonas de brechas y canales de disolución.

Los cuerpos vetiformes resultantes del proceso, tienen contactos tajantes con la roca de caja y significativas variaciones en longitud, profundidad y disposición espacial. Debido a sus formas complejas y a tamaños pequeños, en términos relativos, la explotación de estos depósitos vetiformes es de alto costo.

La baritina de los depósitos chilenos tiene peso específicos general variable entre 4,1 y 4,3, colores blanco rojizo, blanco grisáceo y blanco amarillento y es opaca a translúcida. Su explotación actual es fundamentalmente para uso interno, destinándose prácticamente el total de la producción a la Empresa Nacional de Petróleo, ENAP, para su uso en lodo de perforación petrolífera.

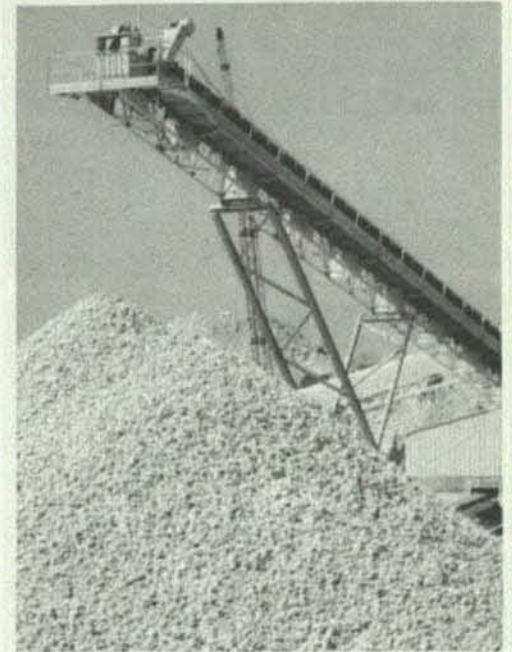
El origen de los yacimientos de baritina vetiforme en Chile se relaciona con tres episodios geológicos de emplazamiento de magmas graníticos, ocurridos durante el Jurásico, Cretácico Superior - Terciario Inferior y Terciario Superior.

En general, los depósitos hidrotermales vetiformes no son los tipos geológico-genéticos más adecuados de estos tres recursos analizados, siendo de mayor interés los yacimientos de meteorización de caolín, los pegmatíticos de cuarzo y los estratiformes de baritina. Sin embargo, los yacimientos mencionados continúan siendo explotados para el consumo interno.

DISTRIBUCION GEOLOGICO-GEOGRAFICA DE YACIMIENTOS DE RECURSOS NO METALICOS CHILENOS

Las unidades litológicas en las que se manifiestan los procesos de generación de recursos no-metálicos chilenos ya descritos y en las que se localizan los yacimientos de cada tipo genético, tienen una distribución general norte-sur en el país y constituyen Franjas de Mineraliza-

ción y/o Areas de Interés Prospectivo para los respectivos recursos y sus yacimientos.



Las principales franjas de mineralización derivadas de los procesos genéticos discutidos, son las siguientes:

1. Franjas de Mineralización de Procesos Sedimentarios.

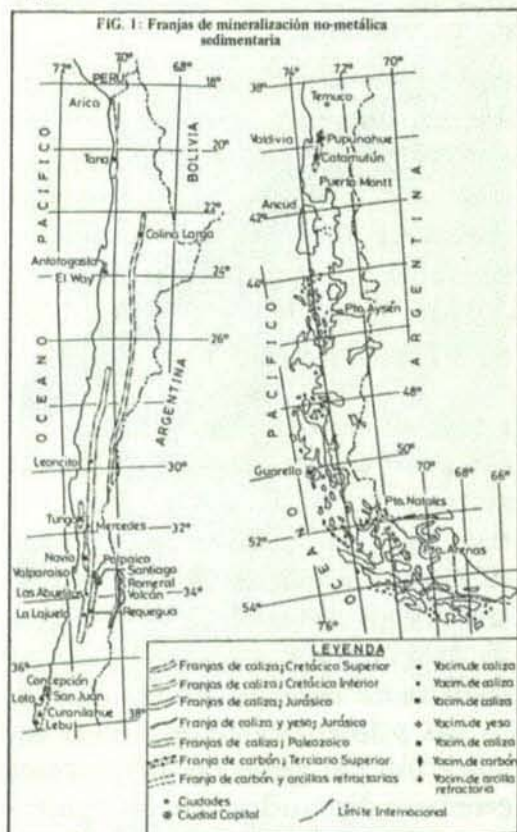
Comprenden las unidades litológicas representativas de algunos de los principales procesos sedimentarios de tipo clástico, biogénico, evaporítico y de meteorización que han ocurrido desde el Paleozoico al Cenozoico, en ambientes marinos y continentales subacuáticos y sub-aéreos.

Las principales franjas de mineralización sedimentaria son las siguientes:

1.1. Franjas de Yacimientos de Calizas y de Calizas y Yeso.

Corresponden a extensos afloramientos de calizas, de edades Paleozoica Superior, Jurásica, Cretácica Inferior y Cretácica Superior que se distribuyen principalmente en la Cordillera de la Costa, en la precordillera y Cordillera Andina y en la zona de los canales, en Chile Austral (fig. 1). En general continen calizas y calizas en parte recristalizadas las paleozoicas, ubicadas entre los 31°00'S y los 32°00'S y entre los 50°00'S y los 51°00'S; calizas y calizas y yeso las jurásicas, distribuidas al norte de los 35°00'S, hasta los 18°30'S; calizas fundamentalmente las del Cretácico Inferior, entre los 27°00'S y los 36°00'S y la del Cretácico Superior, locali-

zada entre los 33°00'S y los 35°00'S.

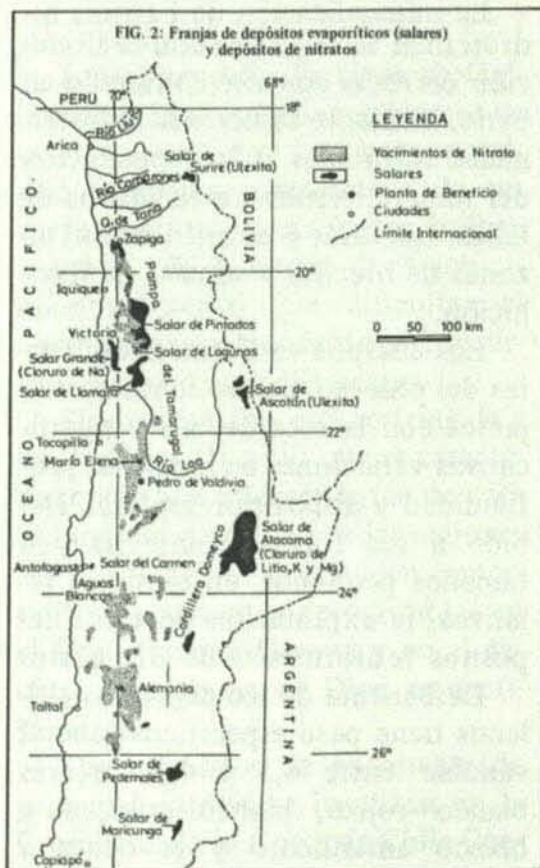


1.2. Franjas de Yacimientos de Carbón y Arcillas Refractarias.

Es posible distinguir tres franjas de depósitos de carbón de interés comercial actual en Chile, todas ellas ubicadas en el sector sur y austral del territorio (fig. 1). La más septentrional corresponde a los afloramientos de secuencias sedimentarias marino-continentales del Terciario Inferior que contienen mantos de carbón y niveles de arcillas caoliníferas refractarias, en el litoral sur entre los 36°40'S y los 37°40'S. Hacia el sur, en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, entre los 39°30'S y los 41°00'S, se localiza una franja de afloramientos de rocas sedimentarias continentales con mantos de carbón y, en el extremo austral de Chile continental, entre los 51°30'S y los 54°00'S, se reconoce una tercera franja con depósitos de carbón, en rocas sedimentarias del Terciario Superior, explotada en la mina Pecket, XII Región.

1.3. Franjas de Yacimientos Evaporíticos (Salares) y Depósitos de Nitratos.

Corresponden al extenso conjunto de cuencas cerradas de sedimentación y evaporación, localizadas en el sector septentrional del país, I a III Regiones, entre los 19°00'S y los 27°00'S (fig. 2). Estos salares se



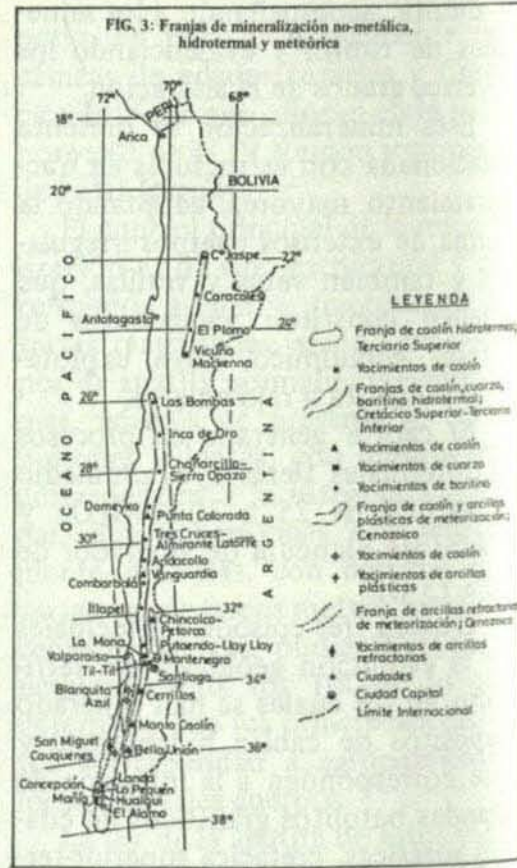
distribuyen desde la Cordillera de la Costa hasta la Cordillera Andina y contienen una gran variedad de recursos no-metálicos en forma de sales solubles en salmueras y costras salinas. Debido a lo anterior, constituyen, junto con los depósitos de nitratos, importantes yacimientos de cloruro de sodio, sulfato de sodio, yodo, boratos, litio y salitre sódico y potásico.

1.4. Franja de Yacimientos de Caolín de Meteorización del Cenozoico.

Corresponde esencialmente a los afloramientos de rocas graníticas del Batolito de la Costa, distribuidos entre los 33°00'S y los 38°30'S, afectados por intensos procesos de caolinización meteórica. Contiene los más importantes yacimientos de caolín para la industria cerámica y del papel conocidos en el país (fig. 3).

1.5. Franja de Yacimientos de Arcillas Refractarias de Meteorización del Cenozoico.

Se relaciona con los afloramientos de rocas metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, afectadas por procesos de alteración superficial, distribuidos en el litoral sur, entre los 35°30'S y los 37°00'S. Contiene los únicos yacimientos de arcillas refractarias caoliníferas conocidos en la zona meridional del país (fig. 3).



2. Franjas de Mineralización de Procesos Magmáticos.

Comprenden las unidades litológicas que evidencian algunos de los más importantes procesos magmáticos de tipo pegmatítico, volcánico, metamórfico e hidrotermal, ocurridos en el lapso Paleozoico-Cenozoico en el territorio nacional.

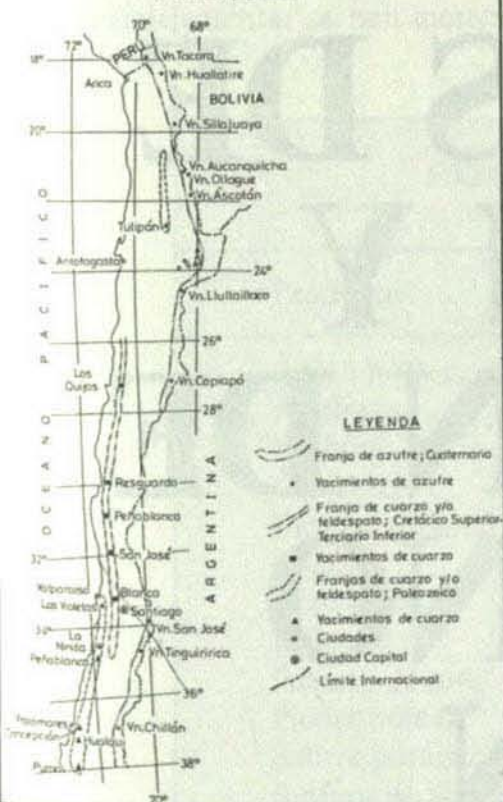
2.1. Franja de Yacimientos de Cuarzo y Feldespato Pegmatíticos del Paleozoico.

Se distribuye como dos sub-franjas, una septentrional, entre los 20°40'S y otra en la parte más occidental del sector central-sur del país, entre los 33°00'S y los 38°30'S (fig. 4). Esta última corresponde geológicamente al Batolito de la Costa, de composición tonalítica-grano-diorítica, asignado al Paleozoico Superior.

2.2. Franja de Yacimientos de Cuarzo y Feldespato Pegmatíticos del Mesozoico-Cenozoico.

Está relacionada espacial y genéticamente con los grandes cuerpos batolíticos del lapso Cretácico Superior - Terciario Inferior, que se distribuyen como una faja discontinua de afloramientos, en especial al sur de los 26°00'S, ocupando una posición longitudinal en el territorio, hasta aproximadamente los 35°00'S (fig. 4).

FIG. 4: Franjas de mineralización no-metálica, volcánica y pegmatítica



2.3. Franja de Yacimientos de Azufre y Ceniza Volcánica.

Esta franja está definida por la cadena volcánica andina, integrada por los centros eruptivos pleistoceno-holocénicos que se distribuyen en la Cordillera Andina según dos sub-franjas: una septentrional, entre los 17°30'S y los 28°00'S y una meridional, al sur de los 33°00'S. Esta franja contiene los importantes yacimientos exhalativos de azufre y parte de los depósitos de puzolana, en especial en su tramo norte y es potencialmente favorable para la ocurrencia de yacimientos de perlita y basalto (fig. 4).

2.4. Franja de Yacimientos de Caolín, Cuarzo y Baritina Hidrotermales del Mesozoico.

Relacionada con los batolitos graníticos del lapso Cretácico Superior - Terciario Inferior, esta franja se distribuye en posición longitudinal central en el territorio, entre los 26°00'S y los 36°00'S y contiene los más importantes depósitos de este tipo de recursos en el país, además de cimita y pirofilita (fig. 3).

2.5. Franja de Yacimientos de Caolín Hidrotermal del Cenozoico.

Se localiza en la Cordillera Andina de la zona central del país, entre los 32°00'S y los 33°30'S, relacionada con los intrusivos graníticos del Terciario Superior y contiene importantes yacimientos en explo-

tación y depósitos de interés potencial de este recurso (fig. 3).

2.6. Franja de Yacimientos de Apatita y Mármoles de Contacto Metamórfico del Mesozoico.

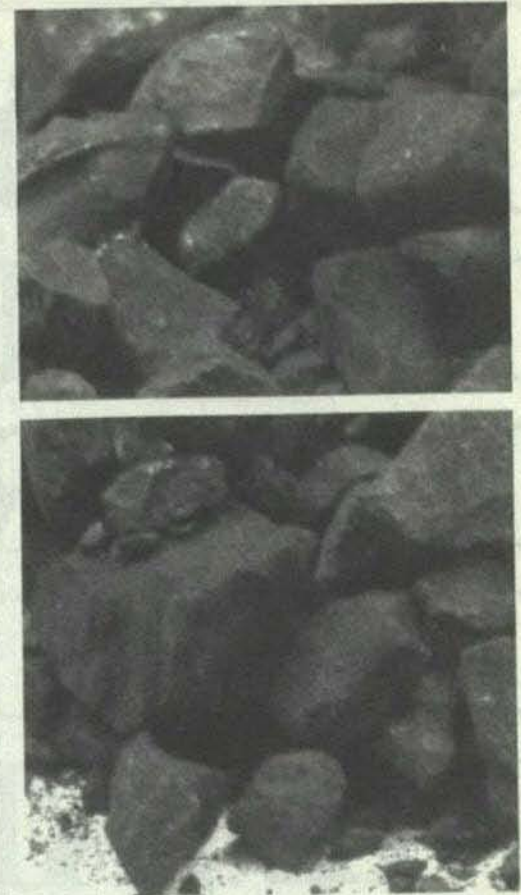
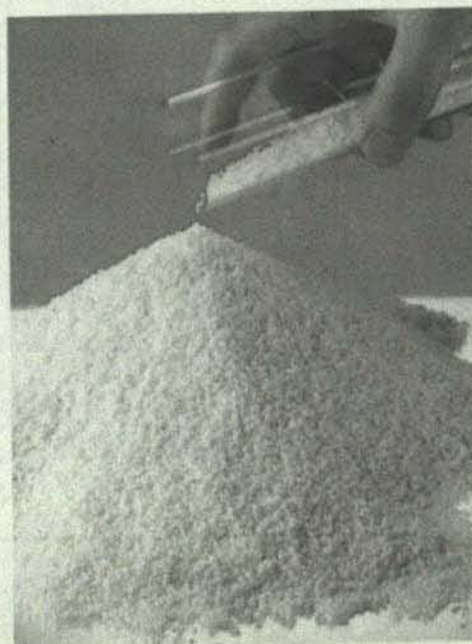
Distribuida en la zona norte del país, especialmente entre los 28°00'S y los 30°00'S, está relacionada genéticamente con las aureolas de metamorfismo termal generadas por el emplazamiento de intrusivos graníticos del lapso Cretácico Superior - Terciario Inferior, en rocas estratificadas del Mesozoico. Contiene la totalidad de los yacimientos de apatita conocidos en el país y parte importante de los yacimientos de mármol de contacto y de óxido de hierro.

2.7. Franja de Depósitos de Granate y Andalucita.

Corresponde a la denominada Serie Oriental del Basamento Metamórfico de la Cordillera de la Costa, distribuida en el litoral central-sur del país, aproximadamente entre los 34°00'S y los 38°00'S, generada por metamorfismo termal debido al emplazamiento del Batolito de la Costa en secuencias estratificadas paleozoicas y/o más antiguas. Contiene depósitos "in situ" y sedimentarios de ambos recursos.

CLASIFICACION DE RECURSOS NO-METALICOS CHILENOS DE ACUERDO A SUS PERSPECTIVAS GEOLOGICAS

Las características geológico-genéticas y tecnológicas de los yaci-



mientos de recursos no-metálicos chilenos y su distribución geográfica en Franjas de Mineralización, permiten establecer una clasificación preliminar respecto de sus perspectivas geológicas de aprovechamiento rentable, a corto y mediano plazo.

La clasificación es la siguiente:

GRUPO I: Muy Buenas a Excelentes Perspectivas Geológicas:

Litio, Salitre, Sulfato de Sodio, Yodo, Boratos, Sal Común, Diatomita.

GRUPO II: Buenas a Muy Buenas Perspectivas Geológicas:

Azufre, Arcillas, Baritina, Caolín, Cimita, Feldespato, Pumicita, Recursos Calcáreos, Recursos Silíceos, Rocas de Construcción, Sales de Potasio, Sales de Magnesio, Bentonita Cálcica, Dolomita, Alunita, Andalucita, Fosforita, Yeso.

GRUPO III: Escasas a Regulares Perspectivas Geológicas:

Apatita, Granate, Mica, Talco, Vermiculita, Zeolitas, Titanio, Zircón.

GRUPO IV: Sin Perspectivas Geológicas:

Asbesto Crisotilo, Bentonita Sódica, Cromita, Fluorita, Grafito, Magnesita, Perlita, Tierras Raras.



ESTADISTICAS DE PRODUCCION Y EXPORTACION DE LA MINERIA NO METALICA EN CHILE

Por: PROCHILE

La minería no-metálica tradicionalmente ha sido poco desarrollada en Chile (con excepción del salitre), comparada con la minería metálica. Lo señalado anteriormente, si bien

es una realidad, no ha impedido que el país esté incursionando con éxito en la producción y exportación de algunos minerales no-metálicos.

En el cuadro siguiente se aprecia

la evolución que ha experimentado la producción no metálica en Chile.

Producción de no-metálicos en Chile	Unidad	Año 85	Año 86	Año 87
Azufre	TMN	78.747	57.123	37.048
Baritina	TM	54.494	53.121	2.109
Cemento	TMN	1.424.855	1.433.695	1.594.132,5
Cloruro de sodio	TM	753.427	1.032.373	865.168
Cuarzo	KN	267.510	293.218	300.334
Diatomita	KN	2.317	2.684	3.128
Litio	TM	4.508	4.458	6.139
Mármol	TM	7.550	N/D	N/D
Salitre	TM	812.000	N/D	N/D
Ulexita	TMN	4.773	6.440	13.438
Yodo	TM	3.100	N/D	N/D

Fuente: SERNAGEOMIN y Empresas.

Paralelamente, se han incrementado las exportaciones de minerales no-metálicos, como se observa en el cuadro siguiente:

EXPORTACIONES DE MINERALES NO-METALICOS CANTIDADES FISICAS				
Producto	Unidad	Año 85	Año 86	Año 87
Acido bórico	KN	---	---	238.458
Azufre	TMN	---	1	2.097
Baritina	TM	68.828	26.553	---
Cemento	TMN	---	2.750	24.120
Cloruro de sodio	TM	517.117	921.244	826.387
Cuarzo	KN	94.000	---	1.050
Diatomita	KN	677.000	939.799	556.404
Litio	TM	4.770	4.487	6.062,63
Nitrato de sodio	TM	327.011	359.184	298.882
Piedra pómez	TMN	---	---	629
Salitre potásico	TM	113.508	108.215	94.478
Sulfato de Sodio	TM	48.024	31.078	40.839
Ulexita	TMN	---	4.743	9.487
Yodo	TM	3.016	3.042	3.100

FUENTE: Banco Central.

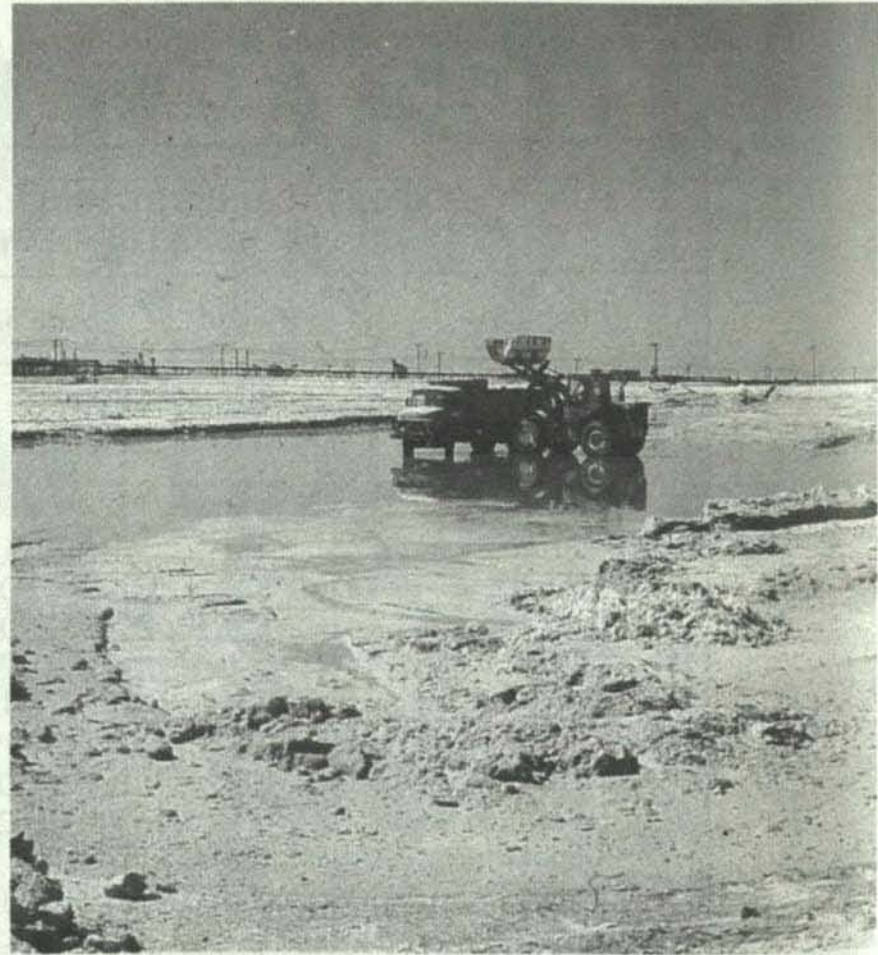
EXPORTACIONES DE MINERALES NO-METALICOS MONTO MILES US\$ FOB				
Producto	Unidad	Año 85	Año 86	Año 87
Acido bórico	KN	---	---	120
Azufre	TMN	---	---	251
Baritina	TM	1.800	700	---
Cemento	TMN	---	115	900
Cloruro de sodio	TM	3.755	8.600	8.200
Cuarzo	KN	11	1	---
Diatomita	KN	276	392	589
Litio	TM	13.300	12.400	16.400
Nitrato de sodio	TM	32.890	36.000	34.300
Piedra pómez	TMN	---	---	131
Salitre potásico	TM	17.557	17.400	15.200
Sulfato de sodio	TM	5.300	3.600	4.651
Ulexita	TMN	---	413	770
Yodo	TM	34.557	39.100	49.400
TOTAL		109.446	118.719	130.912

FUENTE: Banco Central

De los cuadros anteriores se desprende que entre el año 85 y 86

y entre el 86 y 87 se produjo un crecimiento de las exportaciones

no-metálicas de un 8,5% y 10,3%, respectivamente.



Año	Total exportación minera Millones US\$	Total exportación no metálicos Millones US\$	% participación no-metálicos
1984	2.176,1	85,8	3,9
1985	2.348,6	109,4	4,66
1986	2.323,3	118,7	5,1
1987	2.759,5	130,9	4,75

La baja del % de participación de los no-metálicos el año 1987 se debe al alza del precio del cobre que significó un ingreso extra de 330 millones de dólares aproximadamente.

En general, se puede apreciar que el aumento de las exportaciones ha sido importante, alcanzando en el período 1984/1987 aproximadamente un 53%.

En el mediano plazo, especial importancia tendrá la concreción del proyecto de Sales Potásicas y Acido Bórico, en el Salar de Atacama (Antofagasta), propiedad del Consorcio Minsal. Existen, además, proyectos para producir yodo, sulfato de sodio, nitratos, ulexita, ácido bórico, etc., que permitirá aumentar considerablemente las ex-

portaciones de no metálicos.

Cabe destacar, igualmente, la próxima puesta en marcha de la planta de ácido sulfúrico, a partir de los gases sulfurosos emanados de la fundición de Chuquicamata, y en fechas posteriores, de Ventanas y El Teniente, lo que dejará importantes excedentes de ácido sulfúrico a bajo costo, especialmente importantes para la concreción de proyectos mineros que utilizan este ácido como materia prima de gran incidencia en el costo final de los distintos productos mineros involucrados. Estos excedentes permitirán, además, disponer de una oferta exportable significativa de ácido sulfúrico.

Tomando en consideración la importancia que reviste lo anterior,

el campo de acción para la minería no-metálica podría ser mucho mayor, especialmente si se considera la interesante demanda que existe en el mundo por una gran cantidad de minerales no-metálicos, además de los exportados actualmente. Asimismo, la variedad de recursos mineros existentes en Chile, la infraestructura portuaria y vial disponible, así como la experiencia minera chilena, permiten vislumbrar con optimismo un mayor desarrollo de este tipo de minería en nuestro país.



CENTRO DE DOCUMENTACION

PUBLICACIONES RECIBIDAS

El Centro de Documentación de la Sociedad Nacional de Minería ofrece a sus usuarios las siguientes novedades bibliográficas:

1. BAUMGARDNER, L. Industrial minerals 1987: Bauxite and alumina. En: Mining Engineering (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. pp. 415 - 416 (2 págs.).
2. CASTELLI, A.V. Industrial minerals 1987: Barite. En: Mining Engineering (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. p. 415 (1 pág.).
3. CESCO. CENTRO DE ESTUDIOS DEL COBRE Y LA MINERIA. Desafío del cobre al año 2000. Stgo., Noviembre 1987. 160 p.
4. COOMBS, G. Industrial minerals 1987: Diatomite. En: Mining Engineering (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. pp. 421 - 422 (2 págs.).
5. CRECIENTE atención externa por minería chilena del oro. Publicación inglesa analizó proyectos auríferos en marcha en zona norte. En: Minería Chilena, N° 85, Mayo 1988. pp. 13, 15 (2 págs.).
6. CUADRO PINA, José. El mercado del plomo. En: De Re Metálica de la Minería y los metales (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú), Año IV, N°s 17 - 18, Enero - Abril 1987. pp. 34-37 (4 págs.).
7. DAVID, Michael. Dilution and geostatistics. En: Cim Bulletin, Vol. 81, N° 914, Junio 1988. pp. 29-35 (7 págs.).
8. DAYTON, Stanley A. Magma modernizes San Manuel's big Cu-Mo Concentrator. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 44-47 (4 págs.).
9. DESROCHES, G.I. Recent developments in the zinc plant of the Hudson Bay Mining and Smelting Company Limited. En: Cim Bulletin, Vol. 81, N° 914, Junio 1988. pp. 125-130 (6 págs.).
10. ECKERT, G.F. Sulphur. En: Mining Engineering (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. pp. 435-436 (2 págs.).
11. FERRO, I.P. and W. H. STEWART. Industrial Minerals 1987: Mica. En: Mining Engineering, (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. pp. 428-429 (2 págs.).
12. HACIA una política minera de consenso. En: Minería y Desarrollo (CESCO). Vol. IV, N° 2, Junio - Julio 1988. P. 1.
13. HEARNE, Edmundo. Titanio (2da. parte). En: Actividad Minera, N° 33, Mayo - Junio 1988. p. 36 (1 pág.).
14. HUTCHINS, S.R. y otros. Microbial pretreatment of refractory sulfide and carbonaceous ores improves the economics of gold recovery. En: Mining Engineering (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 4, Abril 1988. pp. 249-254 (6 págs.).
15. IBERICO, Mariano. El oro sedimentario en yacimientos antiguos. En: De Re Metálica. De la Minería y los Metales. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico), Lima, Año IV, N°s 17 - 18, Enero - Abril 1987. pp. 16-17 (2 págs.).
16. ICARE. INSTITUTO CHILENO DE ADMINISTRACION RACIONAL DE EMPRESAS. El factor humano y la excelencia empresarial. Stgo., 1988. (222 págs.).
17. LA INEXPLICABLE venta del litio. En: Minería y Desarrollo (CESCO), Vol. IV, N° 32, Junio - Julio 1988. p. 3 (1 pág.).
18. IVOSEVIC, Stanley. Gold and Silver Handbook. On geology, exploration, production, economics of large tonnage, low grade. Denver, Colorado, 1984. 217 p.
19. LYDAY, P.A. Industrial Minerals 1987: Iodine. En: Mining Engineering, (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988. p. 425 (1 pág.).
20. NANTEL, J. A canadian program in mining automation. En: Cim Bulletin, Vol. 81, N° 914, Junio 1988. pp. 36-40 (5 págs.).
21. NORMAN, J.C. Industrial Minerals 1987: Boron. En: Mining Engineering, (Society of Mining Engineers), Vol. 40, N° 6, Junio 1988.
22. PHIFER, S.E. Agglomerating gold ores at the Haile gold mine. En: Mining Engineering, Vol. 40, N° 6, Junio 1988. pp. 447-450 (4 págs.).
23. PROBABILITY favours precious metals. En: Australian Journal of Mining, August 1988. p. 51 (1 pág.).
24. ROTA, Joseph C. and Charles E. Ekberg. History and geology outlined for Newmont's gold quarry deposit in Nevada. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 239-245 (7 págs.).
25. RUDOLPH, Carlos G. y José a Matar. Economía de los distintos procesos de explotación y beneficio del oro. En: Panorama Minero, N° 120, Mayo 1988. pp. 34-49 (16 págs.).
26. SUTILL, Keith R. Los Bronces, plans major expansion to 30.000 Mt/d capacity. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988, pp. 36-40 (5 págs.).
27. SUTILL, Keith R. The two sides of concentrator economics. Cost cutting has limitations, money is primarily made by increasing revenue. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 28-34 (7 págs.).
28. UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. FACULTAD DE INGENIERIA. Anales del V congreso nacional de metalurgia. Conamet 88. 22 al 25 de Mayo de 1988. Stgo., 1988. 442 p.
29. UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA. FACULTAD DE INGENIERIA. 2das. Jornadas Nacionales de Educación en Ingeniería. Anales. Antofagasta, 15-16-17 de Junio, 1988. 213 p.
30. WUNDERLICH, A. Dale. Security measures outlined aimed at stemming the growing problem of employee theft at precious metals miners. En: Mining Engineering, Vol. 40, N° 4, Abril 1988. pp. 246-248 (3 págs.).

EVENTOS

NOTICIAS ENTREVISTAS SERVICIOS

MINEROS

LA ESCONDIDA

La puesta en marcha de "La Escondida" convertirá al puerto de Antofagasta en el centro de operaciones y de trabajo del más grande proyecto minero, transformando a este puerto en proveedor de viviendas, operaciones del puerto fiscal, servicios de transportes, entre otros.

Se ha acordado el camino de acceso, campamento y la construcción de un edificio de 30 departamentos para los técnicos y expertos. "La Escondida", en los próximos tres años, invertirá en el país mil millones de dólares, siendo una positiva noticia para el empleo, los ingresos y el nivel futuro de los chilenos.

DISMINUYE DEUDA DEL SECTOR CON ENAMI

En recientes declaraciones formuladas por el presidente de ENAMI, don Guillermo Valenzuela Figari, manifestó que el 50% de la deuda pactada entre los mineros y ENAMI, con plazo hasta 1992, ya ha sido cancelada y, de mantenerse las ac-

tuales necesidades, ésta estaría pagada en 1989, pero con un costo elevado para el productor, debiendo superar los problemas de capitalización derivados de cinco años de crisis de los precios.

Urge resolver el endeudamiento por créditos tarifarios traspasados al sector en la crisis pasada, entre 1980 y 1985, incluyendo un crédito de 6.5 millones de dólares del Banco del Estado. Por este concepto, ENAMI debe recuperar 80 millones de dólares.

El servicio de la deuda opera sobre la base de un porcentaje del precio del cobre que se descuenta directamente a los productores en las liquidaciones por sus ventas, lo que es motivo de preocupación.

INAUGURACION PLANTA DE METANOL

El 17 de agosto, con la presencia de S.E. el Presidente de la República, capitán general don Augusto Pinochet; del Ministro de Minería, don Samuel Lira Ovalle y de altas autoridades de la zona, fue inaugurada la Planta de Metanol que producirá 750 mil toneladas métricas anuales, destinadas totalmente a la exportación, con una inversión de 300 millones de

dólares y cuya propietaria es la Cape Horn Methanol Ltd., sociedad formada por The Henley Group, la Corporación Financiera Internacional, dependiente del Banco Mundial; por la Compañía de Papeles y Cartones y la Sociedad de Inversión Metanol. Estos socios aportaron 108 millones de dólares y los restantes 192 millones fueron aportados de créditos de exportación japonesa.

Se la considera una de las plantas de metanol más grande de Occidente y se encuentra ubicada a 25 kilómetros de Punta Arenas.

Eduardo Matte, presidente de la Cape Horn Methanol Ltd., destacó la importante labor desarrollada por 150 trabajadores chilenos que intervinieron en su construcción, en un tiempo record de 28 meses de labores.

Se inició la construcción de la planta en abril de 1986 en un terreno comprado a ENAP en US\$ 700 mil, empresa que proveerá el gas natural.

En la ejecución de la obra se emplearon 77 mil toneladas métricas de fierro y 4 mil toneladas métricas de cañerías, las que al ponerlas en línea, cubre una extensión de 47 kilómetros. Se habilitó también el horno más grande del mundo para este tipo de plantas que equivale a un edificio de varios pisos y se construyeron estanques con

capacidad para más de 160.000 toneladas de metanol.

USOS

El metanol se elabora en base a gas natural en un proceso complejo de baja presión, que obliga el uso de la más alta y moderna tecnología mundial. Se usa principalmente como un producto químico intermedio en la fabricación de solventes, herbicidas, productos farmacéuticos, industria textil, madera, pinturas, fibras sintéticas, plásticos y otros. En el futuro se piensa usarlo como importante combustible.

AUMENTO DE PRODUCCION DE ACERO

ILAFSA, Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero, ha proporcionado antecedentes que muestran que la producción chilena de acero creció en 11 por ciento durante el primer semestre, derivado de la gran demanda interna y porque Chile está demostrando una tasa de crecimiento económico cercana al 6% anual, con una fuerte expansión en la industria y construcción.

En América Latina, el crecimiento de la producción

de acero alcanzó al 10%, lo que significa un incremento de 20% con respecto a 1987.

La industria siderúrgica ha debido soportar una crisis en el mundo, a contar de la recesión del petróleo, teniendo serios problemas en Estados Unidos y Europa. Sólo Japón ha mostrado un desenvolvimiento sin problemas.

En cambio, en América Latina, Chile constituye quizás la única excepción, debido a su expansión interna, y aunque sus exportaciones han aumentado, ellas se concentran en otras actividades que muestran claras ventajas comparativas.

IDEAS PARA DESALINIZACION DE AGUA DE MAR

La energía solar está combinándose con un singular sistema de congelación indirecta, llevado a la práctica después de varios años de investigaciones, para convertir agua de mar en agua dulce en una instalación piloto situada en Yambo, ciudad industrial establecida en 1977, situada cerca del Mar Rojo. Yambo, al igual de Jubail, en el Golfo Árabe, es ciudad modelo destinada a promover el objetivo de alcanzar la industrialización y diversificación económica para principios del próximo siglo.

En el proceso de desalinización de agua, se utiliza calor del sol para producir vapor de agua que anima equipos refrigeradores para el sistema de congelación indirecta.

Cuando se congela el agua marina, el agua dulce se cristaliza, formando hielo; luego se lava y derrite el hielo para obtener agua dulce.

El sistema de colección

de energía está conformado por 18 colectores seguidores del sol, cada uno con un diámetro de 80 m. y altura de 10 a 12 m y un sistema de transferencia térmica por circulación de aceite. La luz solar se refleja en los listones espejados del colector para incidir sobre el receptor. El aceite utilizado como medio de transferencia térmica, es calentado por luz solar concentrada al circular por el serpentín del receptor. El flujo de aceite se regula de modo de mantener una temperatura de 389°C en cada colector, pero funciona en paralelo con otros cinco, en cuanto a mantener las temperaturas de salida del aceite. Las tres ramas de seis colectores están calculadas para captar energía a razón de 5.000 KW por día.

El agua de mar se bombea a la planta, donde se enfría hasta temperaturas de congelación, quedando en forma de aguahielo (hielo parcialmente derretido). El aguahielo se bombea a un tanque de retención donde se transforma en un banco de hielo y puede eliminarse enjuagando donde se transforma en un banco de hielo. Cuando el agua de mar se congela, la sal se recoge en el exterior de los cristales de hielo y puede eliminarse enjuagando ligeramente, con agua dulce, la superficie superior del banco de hielo. El agua salina que escurre del enjuagado se va al fondo del tanque, de donde es devuelta al mar.

Los cristales de hielo desalinizado se raspan del banco de hielo y se echan en otro tanque, donde se derriten y quedan en forma de agua dulce.

Se han determinado rendimientos de colector solar en la gama de 65 a 67 por ciento, con producción peak del campo de captación de 5.400 kWh de energía térmica por día. El sistema de

desalinización produce 180 m³ de agua dulce por día.

ADITIVOS DEL COMBUSTIBLE REDUCEN LA TEMPERATURA DE LOS DIESEL

Cuando recientemente se trató de mejorar la baja temperatura de funcionamiento de los motores diesel por medio de calefactores de combustible, pronto se reconoció que únicamente podría extenderse la baja temperatura de funcionamiento a la temperatura de fluidez del combustible, cuando se empleaban solamente calefactores de combustible. Sin embargo, dado que ahora pueden obtenerse y son eficaces los aditivos depresores de la temperatura de fluidez, es posible extender significativamente la baja temperatura de funcionamiento de los motores diesel.

Los calefactores de combustible resultan ineficaces a temperaturas en que el combustible diesel no fluye al calefactor. Esta es una temperatura de fluidez del combustible. Para mantener la fluidez calentando el combustible en el tanque: se requerirán muchos kilovatios de energía, lo cual es impráctico. Podrían emplearse otras soluciones, tales como:

Eliminar la cera: No es muy práctico, dado que la cera tiene el alto contenido de energía y reduciría la calidad del combustible desde ese punto de vista.

Diluir con gasolina y kerosene: La gasolina es perjudicial para muchos componentes del sistema de combustible, y el kerosene tiene gran demanda para otros fines y por eso escasea. Además, la dilución reduce también el contenido de BTU

del combustible por galón.

Añadir un mejorador de flujo: Esta es la mejor solución, sin ninguna de las desventajas de las mencionadas antes.

Los mejoradores del flujo no producen efecto en el punto de turbiedad, pero bajan la temperatura de fluidez y la de atascamiento de los filtros. El ingrediente común en los mejoradores de flujo es un polímero irregular de acetato de vinilo y etileno o cloruro de vinilo y etileno. Por nucleación y plomerización, los cristales de cera se mantienen pequeños y resisten la aglomeración (entrelace de placas de cristales que efectivamente gelifican el combustible).

Estos efectos de los cristales de cera por los mejoradores de flujo proveen la oportunidad para crear la relación sinérgica con los calefactores de combustible diesel. El mejorador de flujo permite la entrega del combustible a temperaturas más bajas, siendo más efectivo el calor del calefactor en los cristales de cera más pequeños, debido al aumento de su superficie, en la misma forma que se partiría el hielo, si se quisiera que se derritiera más rápidamente.

Sin el calefactor de combustible, los cristales de cera, hasta con los aditivos, se acumularían en la superficie del medio filtrante y atascarían el filtro. Sin el aditivo, el calefactor de combustible estaría limitado por la temperatura de fluidez del combustible.

Extendiendo la baja temperatura de funcionamiento de los motores diesel mediante el empleo de calefactores de combustible y aditivos mejoradores de flujo, hace resaltar más los efectos adversos de disminución del número de octanos, siendo este número indicativo de la capacidad para arrancar en

frío, así como la eficiencia en la combustión y menos ruido. La disminución del número de octanos afecta adversamente las características de funcionamiento de estos motores.

Mediante el uso de aditivos, puede mejorarse el número de cetano de los combustibles. Específicamente, el número de cetano es una medida de la inflamabilidad de un combustible. La tendencia actual de las refinerías a utilizar destilados fraccionarios catalíticamente como fuente para la extracción de los combustibles diesel, que resulta en número de cetano más bajo, obliga el uso de aditivos. Entre las ventajas resultantes de un número de cetano mayor, se encuentran:

—Funcionamiento más uniforme y silencioso.

—Arranque más fácil a baja temperatura.

—Eficiencia funcional óptima.

Los componentes detergentes y dispersantes de un aditivo son importantes en lo que respecta al desempeño del equipo de inyección del combustible. Tienden a minimizar la formación de depósitos en zonas críticas de la bomba de inyección y los inyectores, así como en la cámara de combustión. Un beneficio secundario es protección contra la herrumbre.

Uno de los problemas más severos de los combustibles diesel es la formación de babaza, resultante del crecimiento de microbios en la superficie de contacto, entre el combustible y el agua. Primordialmente, esta condición sucede en los fondos de los tanques de almacenamiento que se han contaminado con agua. Tratamiento regular es un biocida que mata los microbios y mantiene su población a un nivel bajo que evita la acumulación de babaza. La prueba de tan-

ques de almacenamiento para detectar la presencia de agua y microbios se realiza con un muestreador Bacon Bomb. Este dispositivo permite tomar muestras a distintas profundidades en el tanque.

Los aditivos son de gran valía en la industria diesel ya que permiten ofrecer un combustible de primera calidad y realzan el funcionamiento de los componentes del sistema de alimentación de combustible.

LISTA DE VERIFICACION PARA UNA FAENA MINERA

Estas sugerencias y precauciones deben ayudar a lograr un trabajo más eficiente.

Nunca se le ocurriría pensar qué tienen algo en común un ballet y una buena dirección de faenas mineras. Pero, a pesar de lo diversos que son, ambos dependen para su éxito de movimientos cuidadosamente sincronizados. No obstante, ahí termina el punto de contacto. Los pasos equivocados se descubren más fácilmente que una mala aplicación en minería. Aquí indicamos algunas de las irregularidades que pueden corregirse para mejorar el rendimiento.

Espera: En una faena minera todo tiene que trabajar aunadamente para lograr una buena retribución. Cada vez que se tiene una máquina sin trabajar en espera de otra, indica que algo anda mal. Empiece buscando la falta de equiparación entre las máquinas. Vea el cargador. ¿Trabaja sin dar abasto mientras el camión permanece inactivo? Tal vez convendría disponer de un cargador

de mayor tamaño. ¿Es que todo lo hace lentamente? Verifique el camino de acarreo. Un poco de mantenimiento del camino puede resultar en acarreo más rápidos. Tal vez toda la distribución necesite una revisión para acortar distancias de acceso a la trituradora y sitio de acumulación.

Condiciones de terreno: Verifique siempre el terreno. Las piedras, montones desordenados, baches y puntos blandos impiden un movimiento rápido. Imparten maltrato a los neumáticos. La limpieza asegura dividendos. Algunas veces el cargador puede hacerlo. Otras veces, vale la pena traer una máquina que no haga más que limpiar y mantener los caminos de acarreo en condiciones aceptables.

Derrames: Otra indicación de la falta de coordinación de las máquinas es el exceso de derrames del cucharón o por los lados del camión o carro. Las sobrecargas ponen esfuerzos excesivos en las unidades de acarreo. En el caso de carros de carga, los derrames pueden significar una carga ineficiente; pasando las máquinas un tiempo prolongado en el corte o frente.

Patinaje de los neumáticos: Cuando uno ve los neumáticos patinando, el derrame generalmente es del 15 al 18%. Esto, por supuesto, puede desgastar los neumáticos en un dos por tres. Hay que prestar atención a la preparación de los materiales. Tal vez el capataz de tronadura necesite apretar su trazado de barrenos para lograr una mejor fragmentación. Quizás haya llegado la hora de examinar una combinación de tronadura y escarificación o acomodamiento. Y el tamaño de los neumáticos es otra consideración. Usando un mayor tamaño podría reducirse el patinaje y aumentar la tracción.

Maquinaria apropiada: Normalmente, la mejor máquina para un trabajo determinado es la que está diseñada para hacer dicho trabajo. Dará el mejor resultado para la situación y debe considerarse hasta si esto significa alquilar o arrendar a corto plazo.

Esté al tanto de cosas gastadas: Los montones de desechos cortantes, neumáticos, cables, tambores de combustibles o maquinaria maltratada, generalmente significan que algo se desgasta con demasiada rapidez. Cada montón representa una oportunidad de mejorar. Los caminos de acarreo y el mantenimiento por donde se camina pueden algunas veces mejorar los problemas de los neumáticos y evitar también el maltrato de los equipos de acarreo. Los neumáticos de banda de rotadura de acero sin pestaña resuelven grandes problemas de neumáticos en condiciones severas de rotadura de los cargadores. Las excavadoras hidráulicas o las palas frontales hidráulicas trabajan bien para cargas en condiciones difíciles y ahorran repuestos. Algunas veces un seminario simple sobre sugerencias de mantenimiento o de operaciones, puede pagar con creces en reducción de desgaste y maltrato de las máquinas.

Remunerabilidad: Esta es la partida que la inspección del emplazamiento de la faena no revelará. Pero es lo que realmente importa. En cualquier momento en que no esté contento con el rendimiento del dinero, vale la pena sentarse a revisar toda operación buscando deliberadamente los medios que mejoren la eficiencia.



NUEVA TECNOLOGIA PARA FUSION Y REFINACION DE METALES PRECIOSOS EN CIMM

La minería del oro y la plata ha adquirido relevante importancia en nuestro país con perspectivas de convertirnos en uno de los mayores productores del mundo a un mediano plazo. La producción aurífera se ha elevado a una cifra superior a los 20.000 kilos anuales.

CIMM, con el propósito de mantenerse a la vanguardia en el permanente avance tecnológico, adquirió un reactor piloto TBRC (Top Blown Rotary Converter), de gran aplicación en la fusión y refinación de los metales preciosos.

El TBRC, desarrollado en Suiza por Boliden, es un horno o reactor que opera en continua rotación, mientras que sopla oxígeno por una lanza sobre el baño fundido, se logra una gran intensificación de los procesos de fusión, conversión y refinación de diversos materiales, lo que permite obtener metales refinados de alta calidad en menor tiempo y en forma más eficiente que en hornos convencionales.

Las aplicaciones más importantes son:

- Producción de metal doré, a partir de barras anódicas.
- Fusión y refinación de minerales, concentrados, precipitados, subproductos y residuos que contienen metales preciosos.
- Refinación oxidante y

NUEVA TECNOLOGIA

con fundentes para la remoción de metales básicos (Al, Zn, Sn, Fe, Pb, Cu) desde metales crudos (bullion), conteniendo oro y plata.

- Volatilización (fuming) para eliminar o recuperar Sb, As, Bi, Cd, Ge, In, Li, Hg, Se, Te, Sn, V y Zn.

- Recuperación de metales valiosos desde escorias y polvos de fundición.

Entre las aplicaciones previstas para el TBRC, a nivel nacional, se cuentan:

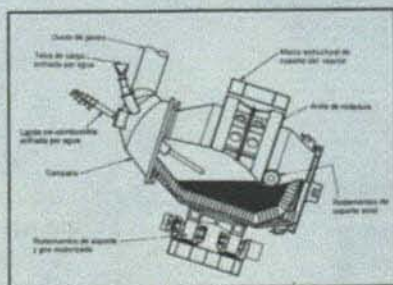
- Fusión y refinación de barras anódicas y sus calclitas.

- Tratamiento de cátodos de metales preciosos en lana de acero, para obtener metal doré o doré bullion.

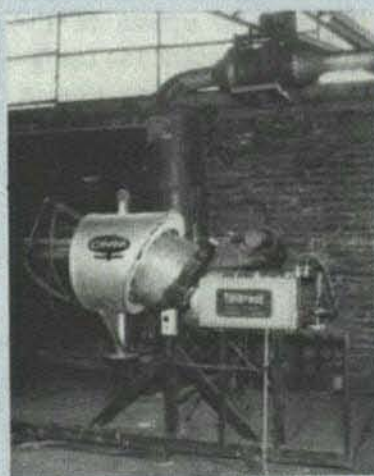
- Fusión y refinación de precipitados de oro y plata obtenidos por precipitación con cinc.

- Tratamiento de concentrados sulfurosos y polimetálicos con metales preciosos; polvos de fundición.

Es interesante mencionar que se estudia la posibilidad de fabricar el TBRC en Chile, en colaboración con la firma Oltreck y con la Corporación de Bienes de Capital, lo que posibilitaría una mayor difusión de esta tecnología, reduciendo los costos de inversión.

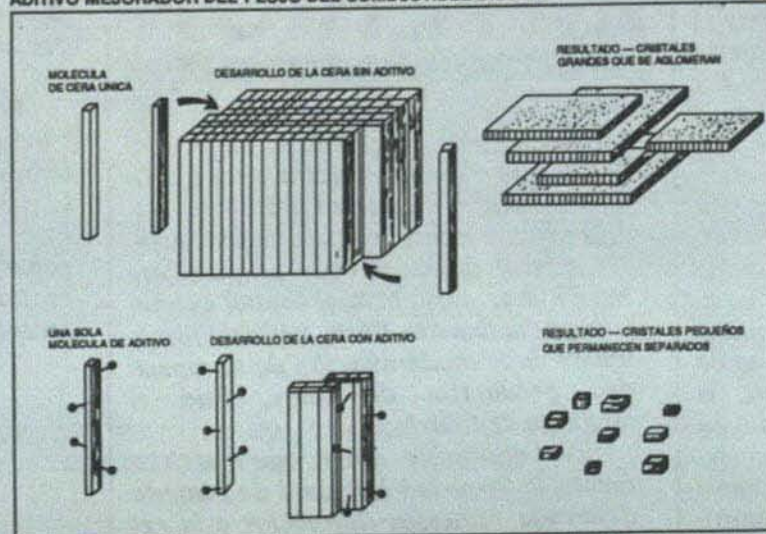


Corte esquemático de un TBRC industrial



Reactor experimental de 10 litros en Planta Piloto de CIMM

ADITIVO MEJORADOR DEL FLUJO DEL COMBUSTIBLE DIESEL



NUEVA PLANTA BENEFICIADORA DE COBRE

Una nueva planta beneficiadora de cobre, de propiedad de la Sociedad Minera La Florida, entrará en funcionamiento en Carrera Pinto, a 60 kms de Copiapó, que producirá inicialmente 200 tons de cobre para luego aumentar a 400 tons. La inversión efectuada fue de US\$ 3 millones aportados por empresarios mineros de la III Región y del extranjero. Elaborará cátodos de 99,6%.

ANTIGUA MINA SOCAVONES DULCINEA

La mina más profunda de Sudamérica —con 1.700 metros de altura, "Socavones Dulcinea"— y paralizada hace veinte años entró nuevamente en actividad. Los propietarios, la Sociedad Minera Cardones II, explotará los desmontes con leyes de oro, plata y cobre.

INDUSTRIAL CARLOS CARDOEN INGRESA AL AREA MINERA

El conocido empresario Carlos Cardoen C., al modificar la Sociedad "Explosivos Cardoen Ltda." diversificará sus actividades hacia la minería, siendo el objetivo de la misma en lo sucesivo la prospección, extracción, explotación y beneficio de todo tipo de sustancias mineras, metálicas o no metálicas; asesorías y servicios; fabricación de explosivos y distribución de bienes.

PREMIO ELIEZER BATISTA DA SILVA

Antecedentes:

Con el objeto de estrechar las relaciones entre Brasil y Chile, la Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), ha decidido instituir el premio "Eliezer Batista da Silva", en homenaje a un ex presidente y ex Ministro de Minas y Energía de Brasil, actualmente, presidente de "Vale Do Rio Doce International" y miembro del directorio de ILAFA.

La CVRD, sociedad de economía mixta, con participación mayoritaria del Estado, es la principal empresa minera de Brasil; ha logrado desarrollar importantes proyectos en las áreas de la minería del hierro, transporte ferroviario y marítimo, aluminio, manganeso, titanio, cobre, oro, bosques y celulosa; investigación geológica y tecnológica, protección del medio ambiente, etc.

Premio:

Consiste en la invitación

CONCURSO

a un ejecutivo que sea ingeniero civil chileno con experiencia en proyectos de inversión y/o desarrollo tecnológico para un programa de contactos de alto nivel con los responsables de las diversas instalaciones de CVRD, así como visitas a otras importantes obras de infraestructura en Brasil, en conformidad al programa elaborado por la CVRD.

— Los candidatos deberán estar dispuestos a viajar por el período previsto en el programa de actividades, que comprende desde el 1º al 21 de abril de 1989.

— La entrega del premio se realizará el 28 de octubre de 1988 en acto solemne en CEPAL, con la presencia del señor Eliezer Batista da Silva, quien ofrecerá una conferencia sobre la experiencia de CVRD y su significado para Brasil y América Latina.

— Los gastos de viaje en

Brasil y los normales de estada serán financiados por CVRD, y el traslado internacional será por Varig.

— Será facultativo un curso acelerado de portugués que le será otorgado por el Centro de Estudios Brasileiro, con la intención de facilitar la estada del galardonado en Brasil.

Autoridades del premio:

El premio lo otorgará CVRD y el procedimiento de selección se desarrollará bajo la responsabilidad de las siguientes autoridades:

— Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero, ILAFA.

— Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).

— Sociedad Nacional de Minería, SONAMI.

— Instituto de Ingenieros de Chile.

— Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.

— Comisión Chilena del Cobre.

— Consejo de Rectores de las Universidades de Chile.

Los candidatos:

— Podrán optar al premio todos los ingenieros civiles activos, con edad hasta 35 años, cuya especialidad sea reconocida por el Instituto de Ingenieros de Minas.

— Los candidatos deben ser avalados por las empresas y/o instituciones en las cuales trabajen, adjuntando su curriculum vitae y carta de presentación de la respectiva empresa.

Plazos:

— Entrega de bases: 25/8/88 al 0/988 en ILAFA.

— Fecha entrega curriculum: 16/9/88 hasta las 17.00 horas, en ILAFA.

— Fallo del premio: 30/9/88.

— Entrega del premio: 28/10/88, en CEPAL.

— Fecha de viaje: 1º al 21/4/89.

Mayores informaciones: ILAFA, Darío Urzúa 1994, Providencia; teléfono 2237581.

CHILE, UNA EXPERIENCIA EXITOSA

Se han hecho grandes esfuerzos en el Brasil para situar la minería en posición de destaque, y con eso, llamar la atención del gobierno y de la sociedad. Pese al trabajo de las empresas, profesionales y de la prensa especializada, hasta ahora nuestro país tiene una visión torcida del sector minero, quitándole la importancia que de hecho tiene.

En Chile, por razones nítidas inherentes a su economía y especialmente a su geología, la industria minera asume un papel fundamental, desarrollando una mentalidad emprendedora, que no es sino una verdadera vocación para la minería. Esto es tan verdadero que, a pesar de las imposiciones políticas del país, la minería siempre fue administrada con corrección, independiente de las corrientes ideológicas dominantes. La minería del cobre nació con las empresas multinacionales, responsables por el arranque

DEL EXTERIOR

inicial, que después de la nacionalización, no sólo no perdió su vigor, sino partió firme hacia el liderazgo mundial de la producción de este metal.

Posteriormente, con los nuevos vientos a favor de la iniciativa privada, otra vez Chile se abrió para el capital extranjero. Actualmente Chile invierte firmemente en la modernización de su capacidad productiva de cobre, bajo el liderazgo de Codelco.

Es importante notar que paralelamente la Sociedad Nacional de Minería desarrolla esfuerzos destinados a la expansión de la minería mediana, sin la

cual no se llegaría al grado de madurez de un país minero. Aquí Enami (Empresa Nacional de Minería) desarrolló un importante papel, al sustentar precios mínimos para el cobre concentrado, comprado de las minas pequeñas, que durante varios años se mantuvieron por encima de las cotizaciones internacionales.

Brasil tiene mucho que ganar inspirándose en el modelo chileno para la industria minera, no se trata de proponer la pura y simple copia de lo que allá se hizo, sino tratar de diseminar y asimilar conceptos de economías y política minera tan obvios como necesarios para el crecimiento de la economía brasileña.

Editorial de la Revista
Mineros, abril 1988





pimasa

Proveedora Industrial
Minera Andina S.A.

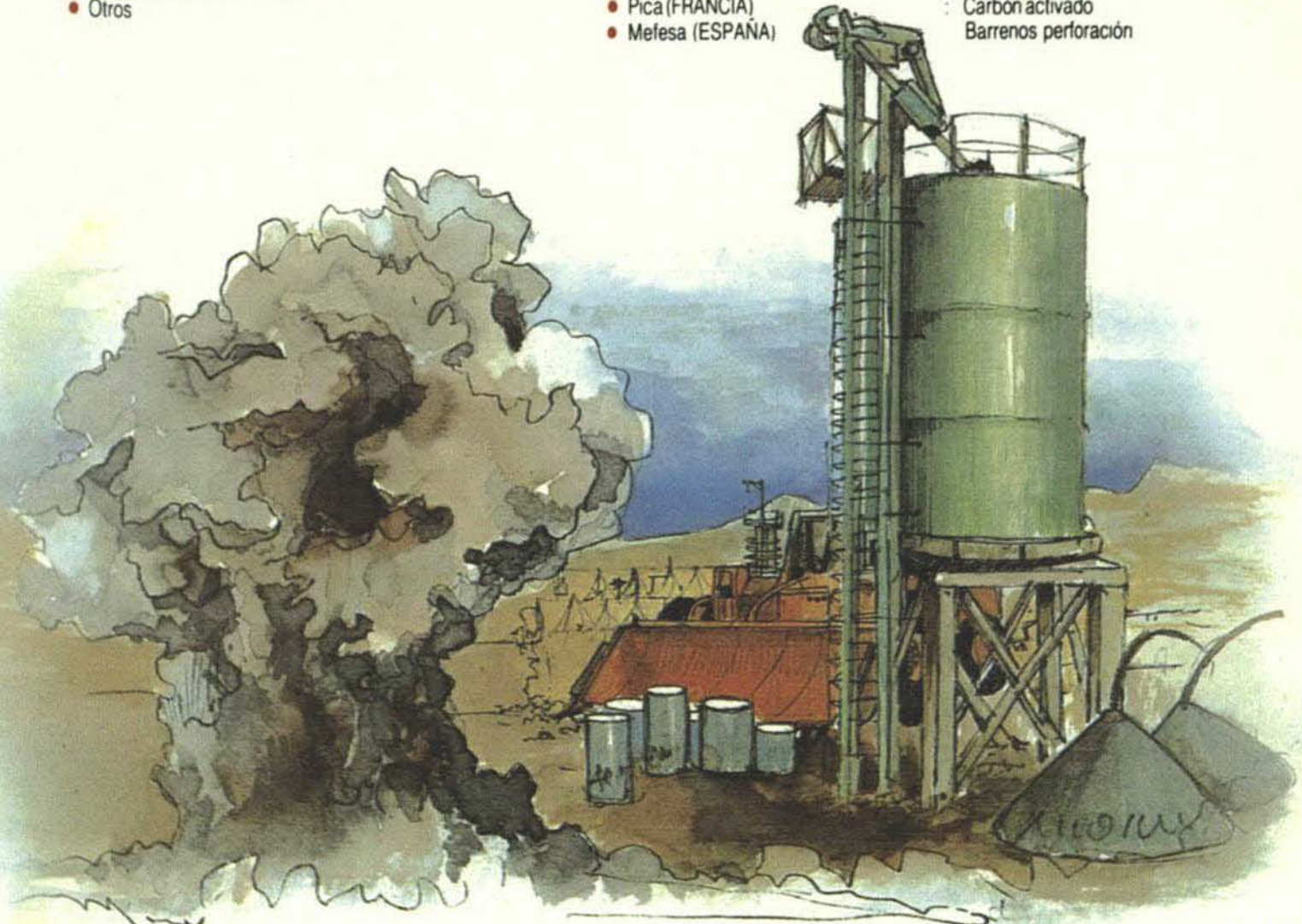
EL PROVEEDOR INTEGRAL DE LA MINERIA E INDUSTRIA

PRODUCTOS EN STOCK:

- Cianuro de Sodio 98% Briquetas.
- Zinc en polvo metálico 98% Min. (Zinchem SUD-AFRICA)
- Carburo de calcio 4/7 - 15/25 - 25/50 y 50/80 m/m.
- Bentonita
- Bits (Throwaway, U.S.A)
- Barrenos (Bohler, AUSTRIA), Mefesa (ESPAÑA)
- Bolas de molienda 1" a 4" Diámetro. (Mepsa PERU)
- Mercurio para amalgamación
- Borax
- Acetato de plomo
- Lámparas mineras a batería y carburo
- Reactivos de flotación y extracción por solventes
- Soda cáustica.
- Litargiro
- Ceniza soda
- Acidos nítrico y clorhídrico
- Otros

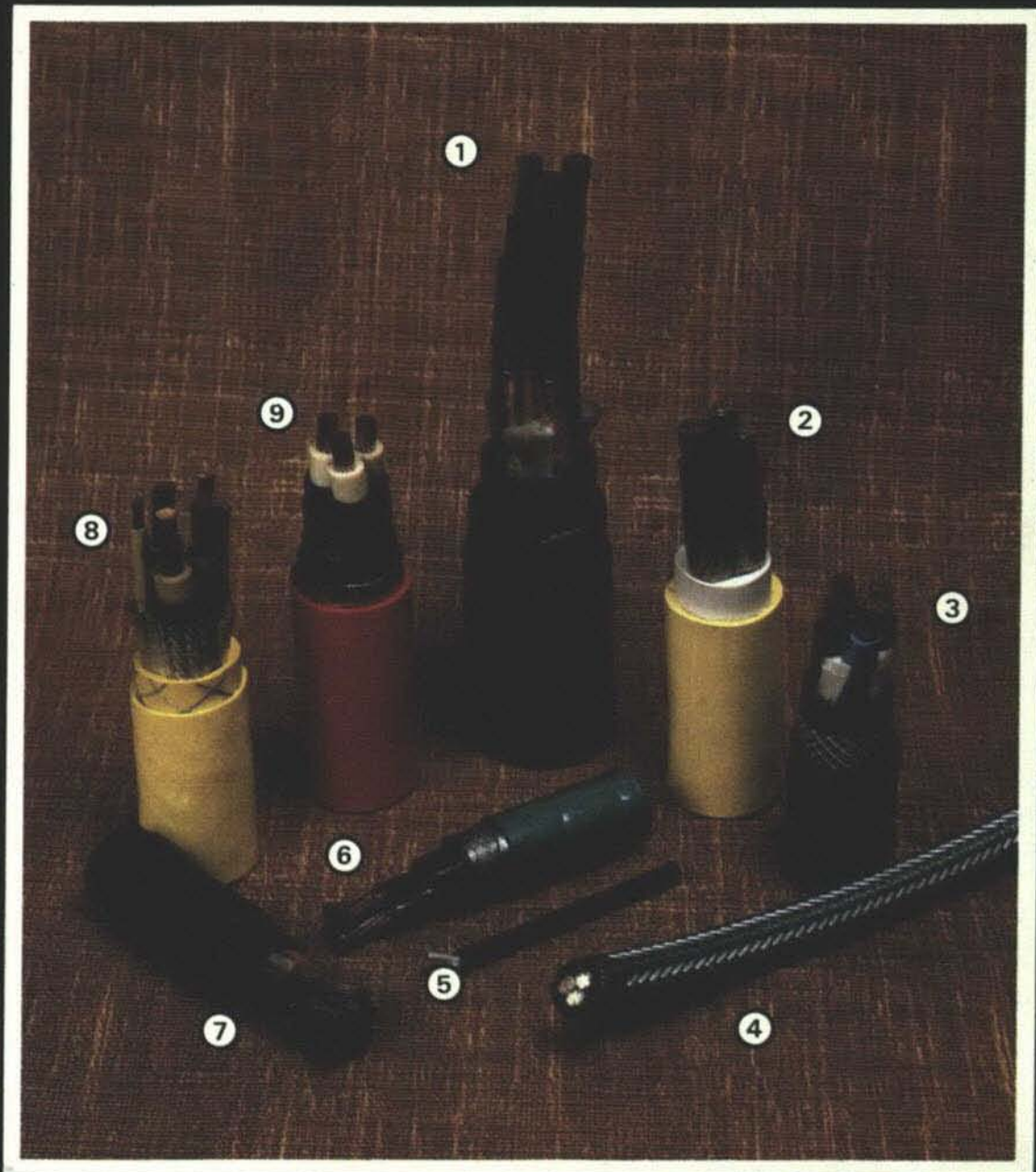
REPRESENTACIONES:

- Zinchem (PTY) Ltd., (SUD-AFRICA) : Zinc en polvo
- Hodag Chemical Corp. (U.S.A.) : Espumantes y Floculantes
- Cepcor LTD. (INGLATERRA) : Winches, Válvulas Pinch, Locomotoras y cargadores
- Donkin MFG. Corp. (SUD-AFRICA) : Ventiladores
- Dorbyl Heavy Eng. (SUD-AFRICA) : Equipo pesado y fundiciones
- Metalúrgica Peruana S.A. (PERU) : Bolas molino y repuestos fundido
- Fundición Callao, (PERU) : Chancadoras, molinos
- Famesa (PERU) : Accesorios para tronadura -Mechas, Fulminantes Conectores, Booster
- Raylite (SUD-AFRICA) : Lámparas mineras
- Purolite (USA) : Resinas intercambio iónico
- Sherex (USA) : Extracción por solventes
- Pica (FRANCIA) : Ayudas filtrantes
- Mefesa (ESPAÑA) : Carbón activado Barrenos perforación



OFICINAS Y BODEGAS SANTIAGO GRAL. PRIETO 1443 ☎ 371180 - 372073 - 373441 ☐ 14847 - CORREO 21 - STGO-CHILE - ⚡ 341009 PIASA CK
OFICINAS Y BODEGAS IQUIQUE. BOLIVAR 486 ☎ 23446 ⚡ 323167 AJAO CK
OFICINAS Y BODEGAS COPIAPO JUAN MARTINEZ 60 ☎ 3575

PRESENTE EN LOS GRANDES DESAFIOS.



- | | |
|-------------|--|
| 1) XAT | : de alta tensión p. piques verticales. |
| 2) NSSHOU | : extraflexible p. jumbos de perforación. |
| 3) y 7) W | : extraflexible p. jumbos, palas LHD y Boosters. |
| 4) EVALEX | : p. buques y equipos de minas subterráneas. |
| 5) | : cordón p. lámpara minera. |
| 6) XTMU | : p. alimentación de fuerza en baja tensión
de galerías mineras. |
| 8) SHD | : extraflexible p. alimentación en alta tensión
de palas de extracción. |
| 9) NYCYRGby | : p. alimentación en alta y baja tensión
de galerías de carbón. |

CONDUCTORES ELECTRICOS

COCESA^{MR}

cobre cerrillos s.a.
ASOCIADA CON PHELPS DODGE INTERNATIONAL